



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

NATÁLIA ISABEL LOPES QUIRINO

ACOMPANHAMENTO FENOLÓGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS
EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ, RN.

MOSSORÓ

2021

NATÁLIA ISABEL LOPES QUIRINO

**ACOMPANHAMENTO FENOLÓGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS
EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ, RN.**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Profa. Dra. Rejane Tavares Botrel

MOSSORÓ

2021

©Todos os direitos estão reservados à Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996, e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tornar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata, exceto as pesquisas que estejam vinculadas ao processo de patenteamento. Esta investigação será base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) seja devidamente citado e mencionado os seus créditos bibliográficos.

Q8a QUIRINO, NATÁLIA ISABEL LOPES.
 ACOMPANHAMENTO FENOLÓGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS E
 ARBUSTIVAS EM UM FRAGMENTO DE CAATINGA NO
 MUNICÍPIO DE MOSSORÓ, RN. / NATÁLIA ISABEL LOPES
 QUIRINO. - 2021.
 51 f. : il.

 Orientadora: REJANE BOTREL.
 Monografia (graduação) - Universidade Federal
 Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
 Florestal, 2021.

 1. fenologia. 2. nordeste. 3. espécie nativa.
 4. caatinga. 5. semiárido. I. BOTREL, REJANE,
 orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor (a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Kenia Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Cartográfica para Trabalho de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

NATÁLIA ISABEL LOPES QUIRINO

**ACOMPANHAMENTO FENOLÓGICO DE ESPÉCIES ARBÓREAS E ARBUSTIVAS
EM UM FRAGMENTO DE CAATIGA NO MUNICÍPIO DE MOSSORÓ, RN.**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Defendida em: 16/11/2021.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Rejane Tavares Botrel (UFERSA)
Presidente

Profa. Dra. Narjara Walessa Nogueira de Freitas (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. Dr. Vitor de Oliveira Lunardi (UFERSA)
Membro Examinador

RESUMO

A fenologia estuda as diferentes fases do crescimento e desenvolvimento das plantas, estabelecendo o período de ocorrência e suas características, contribuindo no entendimento dos processos que ocorrem em uma área florestal e eficácia no manejo. A finalidade deste trabalho foi determinar o padrão fenológico de oito espécies arbóreas e arbustivas em um trecho de caatinga na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no município de Mossoró – RN, bem como avaliar a correlação entre fenofases e precipitação e calcular índices de sincronia dos eventos reprodutivos para a população e indivíduos de cada espécie. Os dados fenológicos foram coletados durante dois anos e dez meses, no período de 2017 a 2020 e são referentes aos ciclos de desfolhamento, brotação, floração e frutificação. Foram selecionados 10 indivíduos para cada espécie (totalizando 80 árvores), com critério de inclusão o vigor aparente das árvores e a distância mínima de 20 m. As espécies acompanhadas foram: *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow e RW Jobson, *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon e GP Lewis, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett, *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Durke, *Manihot carthagenensis* subsp. *glaziovii* (Mull. Arg.) Allem, *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud, *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottshling & JS Mill. e *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. Nas observações feitas em intervalos de 14 dias, as fenofases vegetativas foram registradas em porcentagem, e as reprodutivas em relação à quantidade real de frutos e flores. Análises da intensidade das fenofases seguiram o método proposto por Fournier. Dados de precipitação da região foram obtidos a partir dos registros da estação meteorológica da Fazenda Experimental Rafael Fernandes. Após o processamento dos dados, gráficos de precipitação foram cruzados com gráficos das fenofases. Os índices de sincronia foram calculados por meio das fórmulas de Augspurger. As informações obtidas revelam que todas as espécies apresentaram calendário fenológico bem definido quanto à ocorrência das fenofases. Houve clara dependência da variabilidade pluviométrica, pois a maioria das espécies iniciou o desfolhamento a partir do mês de junho, período de declínio chuvoso na área (estação seca). Novas folhas foram emitidas à medida que o período chuvoso se estabelecia na região, com maiores picos entre os meses de janeiro e fevereiro. As fases reprodutivas variaram, com algumas espécies ativando mecanismos de reprodução no período chuvoso (*J. mollissima* e *M. carthagenensis*), enquanto outras atingiram alta produção de flores e frutos durante o período seco (*C. glazioviana* e *P. stipulacea*). A sincronia entre os indivíduos das populações das diferentes espécies foi baixa, indicando que, com exceção da espécie *C. glazioviana*, a disponibilidade de recursos florais e frutos para a fauna ocorreu em diferentes momentos.

Palavras-chave: fenologia. Nordeste. Espécie nativa. Caatinga. Semiárido.

ABSTRACT

Phenology studies the different phases of plant growth and development, establishing the period of occurrence and its characteristics, contributing to the understanding of the processes that occur in a forest area and management effectiveness. The aim of this work was to determine the phenological pattern of eight tree and shrub species in a patch of caatinga at the Rafael Fernandes Experimental Farm, located in the municipality of Mossoró - RN, Brasil, as well as to evaluate the correlation between phenophases and precipitation and to calculate synchrony indices of the events for the population and individuals of each species. The phenological data were collected over two years and ten months, in the period 2017 to 2020 and refer to the leaf fall, leaf flushing, flowering and fruiting cycles. Ten individuals were selected for each species (totaling 80 trees), with the inclusion criterion the apparent vigor of the trees and a minimum distance of 20 m. The species monitored were: *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow and RW Jobson, *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon and GP Lewis, *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett, *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Durke, *Manihot carthagenensis* subsp. *glaziovii* (Mull. Arg.) Allem, *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud, *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottshling & JS Mill. and *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. In the observations made at 14-day intervals, the vegetative phenophases were registered in percentage and the reproductive in relation to the real amount of fruits and flowers. Analysis of the intensity of the phenophases followed the method proposed by Fournier. Precipitation data for the region were obtained from the meteorological station records of the Rafael Fernandes Experimental Farm. After data processing, precipitation graphs were crossed with phenophase graphs. The synchrony indices were calculated using the Augspurger formulas. The information obtained reveals that all species presented a well-defined phenological calendar regarding the occurrence of phenophases. There was a clear dependence on rainfall variability, as most species began leaf fall in the month of June, a period of rainy decline in the area (dry season). New leaves were issued as the rainy season established itself in the region, with higher peaks between the months of January and February. The reproductive phases varied with some species activating reproduction mechanisms during the rainy period (*J. mollissima* and *M. carthagenensis*), while others reached high production of flowers and fruits during the dry period (*C. glazioviana* and *P. stipulacea*). The synchrony between individuals of the populations of different species was low, indicating that, with the exception of the species *C. glazioviana*, the availability of floral resources and fruits for the fauna occurred at different times.

Keywords: phenology. Northeast. Native species. Caatinga. Semiarid.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 Localização dos indivíduos arbóreos e arbustivos, do acompanhamento fenológico realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. 18
- Figura 2 Marcação dos indivíduos em meio à vegetação no fragmento da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. 19
- Figura 3 Coleta inicial de dados fenológicos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN..... 20
- Figura 4 Acompanhamento fenológico da espécie *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos)..... 23
- Figura 5 Acompanhamento fenológico da espécie *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett (imburana) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos). 24
- Figura 6 Acompanhamento fenológico da espécie *Manihot carthagenensis* subsp. *glaziovii* (Mull. Arg.) Allem (maniçoba) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos). 25
- Figura 7 Acompanhamento fenológico da espécie *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottshling & JS Mill. (pau-branco) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos). 27
- Figura 8 Acompanhamento fenológico da espécie *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow e RW Jobson (catanduva) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos). 28
- Figura 9 Acompanhamento fenológico da espécie *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud (mororó) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Fases da floração (em números absolutos); d) Fases da frutificação (em números absolutos). 30
- Figura 10 Acompanhamento fenológico da espécie *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Durke (jurema-branca) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos). 31
- Figura 11 Acompanhamento fenológico da espécie *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon e GP Lewis (catingueira) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos). 31

Figura 12 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.33

Figura 13 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett (imburana) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.34

Figura 14 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Manihot carthagenensis* subsp. *glaziovii* (Mull. Arg.) Allem (maniçoba) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.35

Figura 15 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottshling & JS Mill. (pau-branco) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.36

Figura 16 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow e RW Jobson (catanduva) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.36

Figura 17 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud (mororó) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.37

Figura 18 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Durke (jurema-branca) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.38

Figura 19 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon e GP Lewis (catingueira) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.39

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Espécies selecionadas para o acompanhamento fenológico na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN.....	19
---	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Índice de sincronia individual (χ_i) e da população (Z) dos eventos reprodutivos floração e frutificação para espécies arbóreas e arbustivas, durante acompanhamento fenológico na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN.....	40
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	13
2.1	Objetivo geral	13
2.2	Objetivos específicos	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Bioma Caatinga.....	14
3.2	Fenologia	16
4	MATERIAL E MÉTODOS	18
4.1	Área de estudo	18
4.2	Coleta de dados e análise dos dados	19
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	23
5.1	Caracterização fenológica.....	23
5.2	Correlação entre fenologia e precipitação.....	32
5.3	Índice de sincronia das fenofases reprodutivas.....	40
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
7	REFERÊNCIAS.....	45
	ANEXO A – MODELO DE FICHA DE CAMPO PARA ACOMPANHAMENTO DOS INDIVÍDUOS.....	51
	ANEXO B – FOTOGRAFIAS DAS ESPÉCIES ACOMPANHADAS NO LEVANTAMENTO	52

1 INTRODUÇÃO

A Caatinga exibe grande diversidade fisionômica, principalmente quanto à densidade e porte das plantas, em parte definida pelo clima e relevo que, em suas diversas inter-relações, transformam-se em conjuntos ecológicos bastante variados (ARAÚJO et al. 1995). A vegetação da Caatinga é constituída por espécies herbáceas e lenhosas, apresentando espinhos e/ou acúleos, normalmente caducifólias. A organização espacial das espécies, como densidade, frequência e domínio, está associada aos tipos de solo, relevo e pluviosidade (DRUMOND et al. 2000).

A ocorrência de eventos biológicos repetitivos, sua relação com elementos bióticos e abióticos e as correlações entre as fases caracterizadas por esses eventos, de uma ou de diferentes espécies, define fenologia (LIETH, 1974). Expandindo o entendimento dos padrões fenológicos das espécies arbóreas pelos ecossistemas naturais, bem como as relações entre plantas e a fauna, é possível fornecer informações básicas para subsidiar programas de conservação de recursos genéticos (CAMACHO e OROZCO, 1998).

Os conhecimentos fenológicos podem auxiliar na determinação das técnicas de coleta de sementes, bem como da disponibilidade de frutos, que influenciam na qualidade e quantidade da dispersão das sementes (MARIOT et al. 2003).

A variação das fenofases pode indicar alterações climáticas significativas de um ano para outro ou mesmo mudanças ambientais globais. Desta forma, a frequência e o progresso no desenvolvimento das plantas fornecem importantes informações que permitem compreender a conexão das plantas com seu ambiente (REICH e BORCHERT, 1984).

Eventos biológicos repetitivos estão correlacionados a aspectos ecológicos e caracterizam uma habilidade adaptativa das espécies (MARTINS, 1989). Assim, como já dito, estudos abordando tais aspectos são indispensáveis para a compreensão do desempenho dos ecossistemas florestais (FOURNIER e CHARPANTIER, 1975).

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar o padrão fenológico de oito espécies arbóreas e arbustivas em um trecho de Caatinga, localizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes no município de Mossoró – RN.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a correlação entre fenofases vegetativas e reprodutivas e a precipitação;
- Calcular e analisar os índices de sincronia para as fenofases reprodutivas para as populações e indivíduos de cada espécie.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Bioma Caatinga

A Caatinga, formação vegetal do tipo savana estépica, é o bioma que está inserido no semiárido brasileiro ocupando área próxima de 10% do território nacional, correspondendo a aproximadamente 844.453 km² (IBGE, 2004). O Bioma estende-se por oito estados da região Nordeste (Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe e Bahia), com frações ocupando parte do Maranhão e do estado de Minas Gerais (ANDRADE et al. 2005). Segundo Velloso et al. (2002), a região da caatinga é caracterizada por clima quente, estações climáticas sazonais, baixa precipitação (precipitação média anual variando de 300 a 1000 mm), distribuída de forma bastante irregular, em um curto período do ano, entre três a seis meses.

A baixa precipitação pluviométrica é um dos principais fatores que favorecem a ocorrência de “secas” na região semiárida (MARENGO et al. 2011). A estação seca na maior parte da região Nordeste concentra-se entre os meses de agosto e outubro, podendo ocorrer variabilidade interanual na precipitação, havendo anos extremamente secos e outros chuvosos.

O clima predominante, na maior parte das regiões do estado, é do tipo BSh, segundo classificação de Köppen, ou seja, semiárido muito quente. A temperatura média pode variar entre 24°C a 26°C (JACOMINE, 1996). Silva et al. (2017), avaliando o histórico de precipitação do município de Petrolina, Pernambuco, registrou a precipitação total anual média de 442 mm, considerando histórico de 42 anos.

Lucena et al. (2018), avaliando o comportamento hidroclimatológico do estado do Rio Grande do Norte em um período de 50 anos (1963 a 2013), constatou que 75% dos municípios apresentaram precipitações médias anuais inferiores a 871 mm, enfatizando a má distribuição das chuvas na região. Em estudo avaliando os índices pluviométricos no período de 54 anos das mesorregiões do RN, as áreas próximas do oceano, como o município de Natal/RN, registraram precipitação média anual de 1.656 mm, enquanto Mossoró e Apodi apresentaram 772,6 e 722,1 mm/ano, respectivamente, sendo caracterizados como municípios pouco chuvosos (MANIÇOBA et al. 2017).

O Bioma apresenta vegetação rica floristicamente, composta por espécies de porte arbustivo a arbóreo, cactáceas e herbáceas, fisionomias variadas e características adaptativas para resistir a escassez de recursos hídricos da região onde está inserida (RAMALHO et al. 2009). Alves et al. (2009) cita que a vegetação da caatinga apresenta três estratos: herbáceo

(abaixo de 2 metros), arbustivo (2 a 5 metros) e arbóreo (8 a 12 metros). No geral, a vegetação endêmica apresenta muitas ramificações, folhas pequenas ou modificadas em espinhos, estratégia para evitar a evapotranspiração (SOUTO, 2006).

Fernandes et al. (2020) registraram em um levantamento de espécies da caatinga a presença de 3347 espécies distribuídas em 153 famílias, sendo registrado o endemismo de 29 gêneros e 526 espécies. De acordo com os autores, a família Fabaceae (antes Leguminosae) possui o maior número de espécies catalogadas endêmicas do bioma, seguido por Euphorbiaceae, Cactaceae, Bromeliaceae, Malvaceae e Apocynaceae. Córdula et al. (2014) registrou a vasta ocorrência de espécies endêmicas da subfamília Caesalpinioideae em levantamento florístico em área de caatinga no Pernambuco, entre elas: *Libidibia ferrea*, *Mimosa ophthalmocentra*, *Piptadenia stipulacea* e *Luetzelburgia auriculata*. Kiill (2011) avaliando potencial econômico de espécies endêmicas da caatinga, revelou que em termos forrageiro, a caatinga apresenta espécies como *Cenostigma pyramidale*, *Bauhinia cheilantha*, *Sarcomphalus joazeiro*, com potencial frutífero temos *Spondias tuberosa* e com potencial medicinal temos *Croton sonderianus*.

A interação fauna-flora é essencial na dinâmica natural das florestas. Além da riqueza florística presente no bioma, a região apresenta um patrimônio diverso da fauna que, segundo Garda et al. (2018), está em torno de 1400 animais vertebrados e destes 23% endêmicos. As espécies catalogadas estão distribuídas em todos os grupos de vertebrados existentes, desde peixes a mamíferos, sendo exemplos de endêmicos da Caatinga: *Anablepsoides cearenses* e *Parotocinclus spilurus* (peixes), *Adelophryne baturitensis* e *Rupirana cardosoi* (anfíbios), *Psilops mucugensis* e *Bothrops erythromelas* (répteis), *Antilophia bokermanni* e *Anopetia gounellei* (aves), *Xeronycteris vieirai* e *Wiedomys pyrrhorhinos* (mamíferos).

Os solos da região semiárida, de acordo com Velloso et al. (2002) e Alves et al. (2009), apresentam complexidade na organização espacial, estruturado em um mosaico com tipos muito diferentes. Na região encontram-se desde solos rasos a pedregosos, onde é possível verificar a ocorrência de algumas espécies endêmicas e raras, como a coroa-de-frade (*Melocactus azureus*), aos solos arenosos e profundos. Há formação de solos com alta fertilidade, como o da chapada cárstica do Apodi, ou de baixa fertilidade, como da chapada sedimentar da Ibiapaba. Em termos de área de ocorrência, os latossolos estão no topo do ranking de principais solos encontrados no Nordeste, seguido por Neossolos, Argissolos, Luvisolos, Planossolos e Plintossolos, cada um expressando suas particularidades físicas, químicas e mineralógicas (CUNHA et al. 2008).

Quanto a geomorfologia predominante no semiárido, as áreas exibem relevo variando de plano a forte ondulado, com altitude média entre 400 m e 500 m, podendo atingir cotas de 800 a 1100 m, a exemplo o Planalto da Borborema e a Chamada Diamantina (CUNHA et al. 2010).

Oriundo da língua tupi-guarani, a palavra “caatinga”, que significa “mata branca” ou “floresta branca”, foi atribuída a vegetação devido ao aspecto esbranquiçado em toda a paisagem durante o período de estiagem, que ocorre em virtude do comportamento caducifólio das espécies, onde a maioria dos indivíduos perdem as folhas. A coloração clara da casca das árvores também acentua o aspecto branco da floresta (MAIA, 2012). Ainda, segundo Maia (2012), a caatinga oferece inúmeras utilidades diretas e indiretas, entre elas: uso variado da madeira, forragem, uso medicinal, espécies melíferas, alimentícias, além de atuar protegendo e conservando os solos e cursos d’água.

Embora possua relevância socioeconômica para a região semiárida e seja ambientalmente singular (BRASIL, 2015), a Caatinga pode ser considerada um dos biomas que ao longo do tempo mais tem sofrido degradação (BEZERRA et al. 2014). A prática de exploração dos recursos disponíveis começou no período colonial e mantém-se nos dias atuais, por meio da retirada de madeira superior à capacidade de recuperação natural para produção de lenha e carvão; uso indiscriminado do fogo e supressão da vegetação nativa para condução de atividades agropecuárias (AZÊVEDO et al. 2012).

3.2 Fenologia

A palavra fenologia, segundo Lima (2010), deriva do grego “*phaino*” que significa “aparecer”, “mostrar”. Logo, estudos fenológicos descrevem o comportamento vegetativo e reprodutivo das plantas, caracterizando o período de ocorrência de cada uma das fases, tais como brotação e senescência foliar, e a produção de flores e frutos (ODUM e BARRET, 2007). Segundo Andreis et al. (2005), o conhecimento empírico acerca das fenofases das espécies vem sendo construído desde as primeiras civilizações, quando a necessidade de subsistência impulsionou a busca por plantas alimentícias com recursos disponíveis em diferentes épocas do ano.

Estudo fenológico realizado por Prause e Angeloni (2000) indica que, além das características endógenas das espécies, a ocorrência das fenofases possui vínculo com variáveis climáticas, principalmente temperatura e precipitação. Essas variações climáticas são capazes de influenciar a intensidade, duração, periodicidade e época dos eventos

fenológicos (FERRAZ et al. 1999). Além dos fatores abióticos (variáveis climáticas), alguns fatores bióticos, como aspectos fisiológicos e filogenéticos ou a interação biológica planta-animal, podem influenciar na ocorrência dos eventos fenológicos (MACHADO e SEMIR, 2006; MANTOVANI e MARTINS, 1988).

Desse modo, o conhecimento de padrões fenológicos auxilia nas atividades de diferentes áreas de atuação, como programas de conservação da biodiversidade e manejo sustentável; estudos ecológicos, como a verificação de recursos alimentares disponíveis a fauna; e subsídios para estratégias de coleta de sementes (LIMA, 2014), bem como para inclusão de espécies em projetos paisagísticos (MARTINI et al. 2010).

Descrevendo os métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais, D'Eça-Neves e Morellato (2004) constataram a existência de dois métodos de avaliação: qualitativo, indicando apenas a presença ou ausência da fenofase; e quantitativo, estimando a intensidade da ocorrência das fases, com quatro métodos principais de amostragem: de coletores, de parcelas, de transecção e de trilha.

Para a região em que está inserido o bioma Caatinga, ainda há escassez de informações voltadas a estudos fenológicos para a diversidade florística existente. No contexto geral, Machado et al. (1997) relata que o padrão observado na Caatinga é caracterizado pela perda das folhas na estação seca e surgimento de brotação foliar e produção de flores na estação chuvosa. Esse padrão observado corrobora com o resultado descrito por alguns autores com pesquisas fenológicas na região semiárida, que descrevem que a chuva exerce efeito na ocorrência das fenofases em espécies nativas da caatinga (GRIZ e MACHADO, 2001; AMORIM et al. 2009; SOUZA et al. 2012).

Lima e Rodal (2010), em caracterização fenológica em área de caatinga no sertão pernambucano, descreveram a ocorrência de eventos fenológicos (brotação e/ou floração) no final da estação seca para todas as espécies de baixa densidade da madeira, fato este que pode ser fundamentado pela alta capacidade destas em armazenar água em seus caules. Em contrapartida, espécies com alta densidade da madeira só apresentaram atividade fenológica no período chuvoso, após a disponibilidade de água no solo. Comportamento semelhante foi descrito por Neves et al. (2010), estudando eventos fenológicos para três espécies do gênero *Jathopha* em área de caatinga.

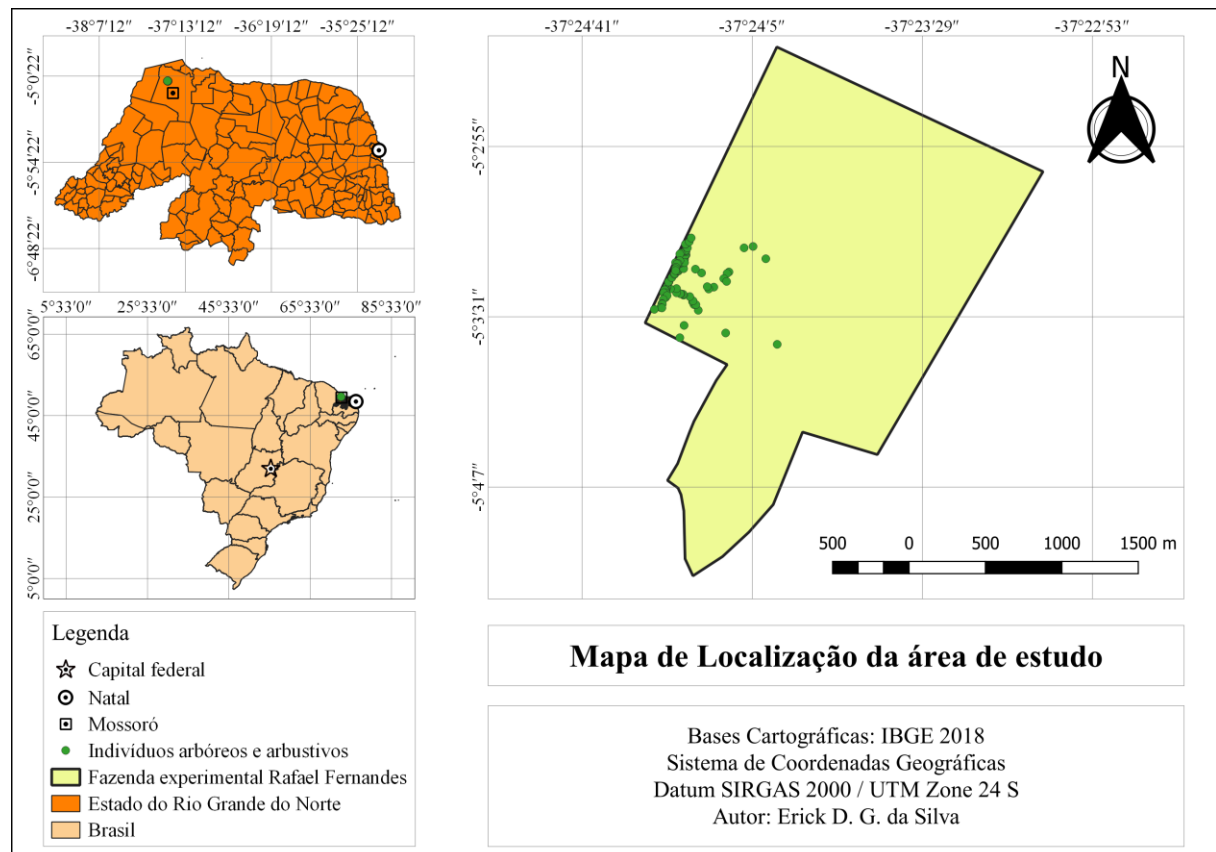
Acompanhando as fenofases de espécies lenhosas e herbáceas da caatinga no Estado do Ceará, Pereira et al. (1989) concluíram que algumas espécies nativas expressam as fenofases em períodos diferentes, apresentando ótimo potencial para fortalecer atividades apícolas.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área de estudo

A coleta de dados foi realizada na Fazenda Experimental Rafael Fernandes (Figura 1), pertencente à Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), localizada no município de Mossoró, mesorregião do oeste potiguar, do estado do Rio Grande do Norte. A sede da fazenda está situada a $05^{\circ} 03' 44.12''$ latitude sul e $37^{\circ} 24' 7.69''$ longitude oeste. Com altitude de 24 m, a região é caracterizada como caatinga, com vegetação arbustivo-arbórea (DIAS et al. 2014). A pluviosidade média anual da região é de 750 mm, com temperatura média anual de $28,0^{\circ}\text{C}$ (CLIMATE-DATE.ORG, 2020). O clima local, segundo a classificação de Köppen, é do tipo BSh (Semiárido).

Figura 1 Localização dos indivíduos arbóreos e arbustivos do acompanhamento fenológico realizado na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN.



Autor: Erick D. G. da Silva (2021)

4.2 Coleta de dados e análise dos dados

Dados fenológicos foram coletados por um período de dois anos e dez meses, entre maio de 2017 e fevereiro de 2020. Em princípio, foram realizadas excursões a campo para seleção dos indivíduos a serem acompanhados, tendo como critério de inclusão na amostra o vigor aparente das árvores e a distância mínima de 20 m uma da outra. Foram selecionados 10 indivíduos de oito espécies diferentes (totalizando 80 árvores), conforme Quadro 1:

Quadro 1 Espécies selecionadas para o acompanhamento fenológico na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN.

Espécies	
Nome comum	Nome científico
Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> (Benth.) Luckow e RW Jobson
Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> (Tul.) Gagnon e GP Lewis
Imburana	<i>Commiphora leptophloeos</i> (Mart.) JB Gillett
Jurema-branca	<i>Piptadenia stipulacea</i> (Benth.) Durke
Maniçoba	<i>Manihot carthagenensis</i> subsp. <i>glaziovii</i> (Mull. Arg.) Allem
Mororó	<i>Bauhinia cheilantha</i> (Bong.) Steud
Pau-branco	<i>Cordia glazioviana</i> (Taub.) Gottshling & JS Mill.
Pinhão-bravo	<i>Jatropha mollissima</i> (Pohl) Baill.

Por ocasião das primeiras visitas de acompanhamento, alguns indivíduos da espécie *J. mollissima* morreram e foram substituídos por outros, não gerando interferência na quantidade de indivíduos amostrados.

Além da identificação botânica dos indivíduos, foram coletadas informações referentes à sua localização com o auxílio de um sistema de posicionamento global (GPS), sua circunferência a altura do solo (CAS), altura total (H) e área da copa (Ac). As árvores selecionadas foram marcadas com fitas de cor marcante em meio à vegetação e placas de alumínio numeradas (Figura 2).

Figura 2 Marcação dos indivíduos em meio à vegetação no fragmento da Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN.



Para avaliação das fenofases, com o auxílio de uma bússola, houve a escolha aleatória de dois galhos (um na parte inferior da copa e o outro na parte superior) em cada ponto cardinal (Norte, Sul, Leste e Oeste) (Figura 3). As fenofases desfolhamento e brotação foram expressas em porcentagem, e floração e frutificação em relação à quantidade real. As avaliações da intensidade das fenofases seguiu o método proposto por Fournier (1974), que estima a intensidade de cada fenofase por meio de uma escala intervalar com categorias de 0 a 4 e intervalos de 25%, sendo: zero = ausência de fenofase, 1 = presença de fenofase atingindo entre 1% a 25%. 2 = entre 26% a 50%, 3 = 51% a 75% e 4 = entre 76% a 100%. As observações foram feitas em intervalos de 14 dias e os dados foram registrados em ficha de campo contendo: número do indivíduo, espécie e eventos fenológicos, como representado no Anexo A. Além da coleta de dados, foram realizados registros fotográficos das fenofases das espécies avaliadas, dispostas no Anexo B.

Figura 3 Coleta inicial de dados fenológicos na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN.



Para obtenção do percentual de intensidade seguindo o método adotado, os dados brutos registrados em campo foram agrupados mensalmente e obtido a soma dos valores para todos os indivíduos de cada espécie. O valor obtido na soma foi dividido pelo número de indivíduos multiplicado por quatro e então transformado em percentual (valor final multiplicado por 100) (BENCKE e MORELLATO, 2002).

Para relacionar eventos fenológicos e fatores ambientais foram utilizados dados de precipitação da região (em milímetros), obtidos a partir dos registros da estação meteorológica localizada na Fazenda Experimental Rafael Fernandes no período de 2017-2020. Após o processamento dos dados, gráficos de precipitação foram cruzados com os gráficos das fenofases floração, frutificação, desfolhamento e brotação. Para isso foram utilizadas planilhas do programa excel.

Adicionalmente foram calculados os índices de sincronia entre os indivíduos das populações, bem como para as populações (Z) das diferentes espécies. Os referidos índices foram calculados de acordo com Augspurger (1983), tendo inicialmente o resultado referente a sincronia de um determinado indivíduo com seus co-específicos ou o índice de sincronia

individual (x_i), e como resultado posterior o índice de sincronia da população (Z). O índice foi calculado para as fenofases de floração e frutificação, determinado pelas expressões:

$$X_i = \left(\frac{1}{n-1} \right) x \left(\frac{1}{f_i} \right) x \sum_{j=1}^n e_{j \neq i}$$

Onde: e_j = número de meses que os indivíduos i e j estão na mesma fenofase; f_i = número de meses em que o indivíduo i está na fenofase; n = número de indivíduos na população.

Quando $X=1$ ocorre sincronia perfeita, ou seja, todos os meses do evento fenológico observado no indivíduo i , coincidem com todos os meses desse mesmo evento nos outros indivíduos da população $j \neq i$. Quando $X=0$ não ocorre sincronia, indicando que não existe sobreposição entre qualquer mês de evento no indivíduo i com qualquer outro indivíduo na população (RUIZ e ALENCAR, 1999).

$$Z = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

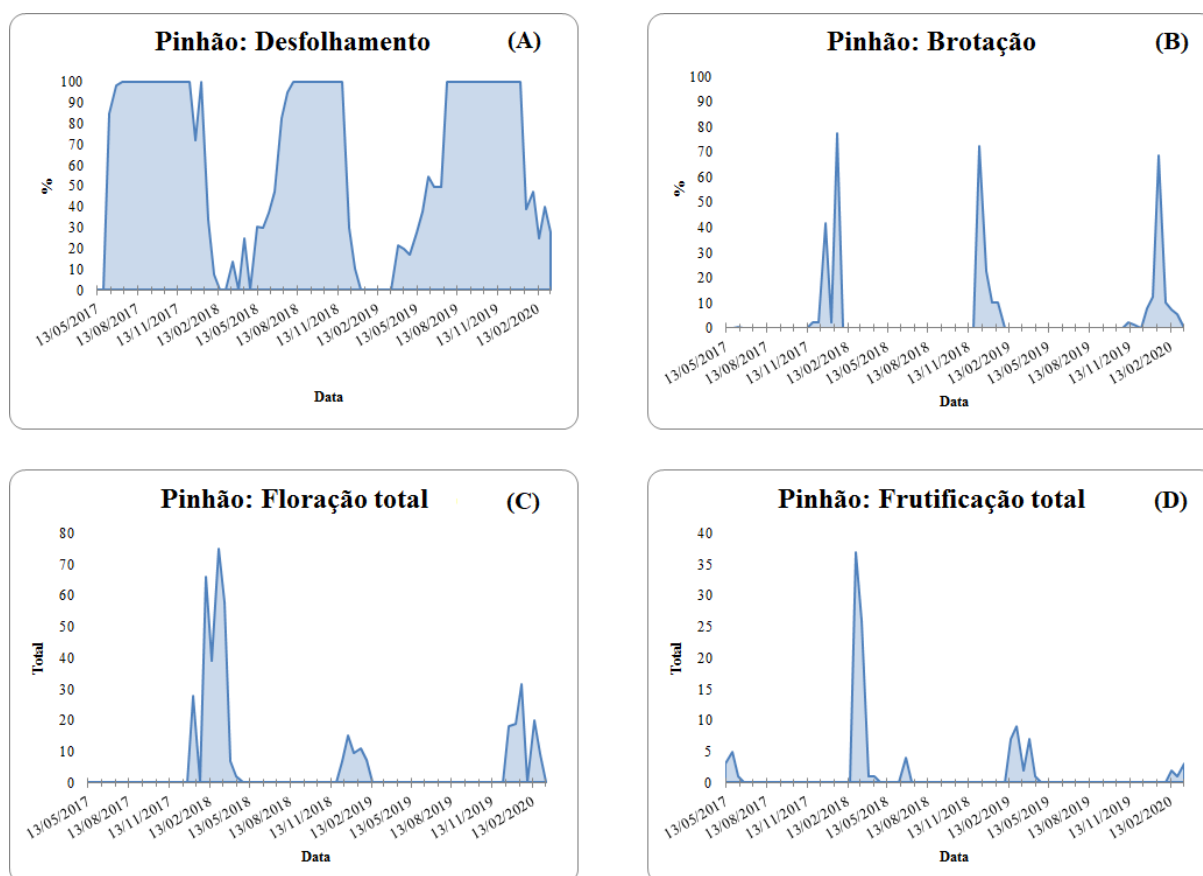
Onde: n = número de indivíduos na população; x_i =sincronia do indivíduo i com seus co-específicos.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Caracterização fenológica

Os resultados obtidos apresentaram-se de forma diversificada para as diferentes espécies estudadas. As espécies *Jatropha mollissima* (pinhão-bravo) (Figura 4A) e *Commiphora leptophloeos* (imburana) (Figura 5A) variaram pouco com relação à fase vegetativa, apresentando mais de 80% de desfolhamento desde o primeiro mês de observação, mantendo-se desfolhadas nos meses de junho a dezembro, com período de renovação de folhas a partir de novembro, perdurando até fevereiro (Figura 4B e 5B). No que diz respeito à fase reprodutiva, pinhão-bravo apresentou índices pouco relevantes no período inicial da avaliação, somente em 2018 pode-se observar mudanças nas fases, havendo produção de flores e frutos entre os meses de fevereiro a maio (Figura 4C e 4D).

Figura 4 Acompanhamento fenológico da espécie *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos).

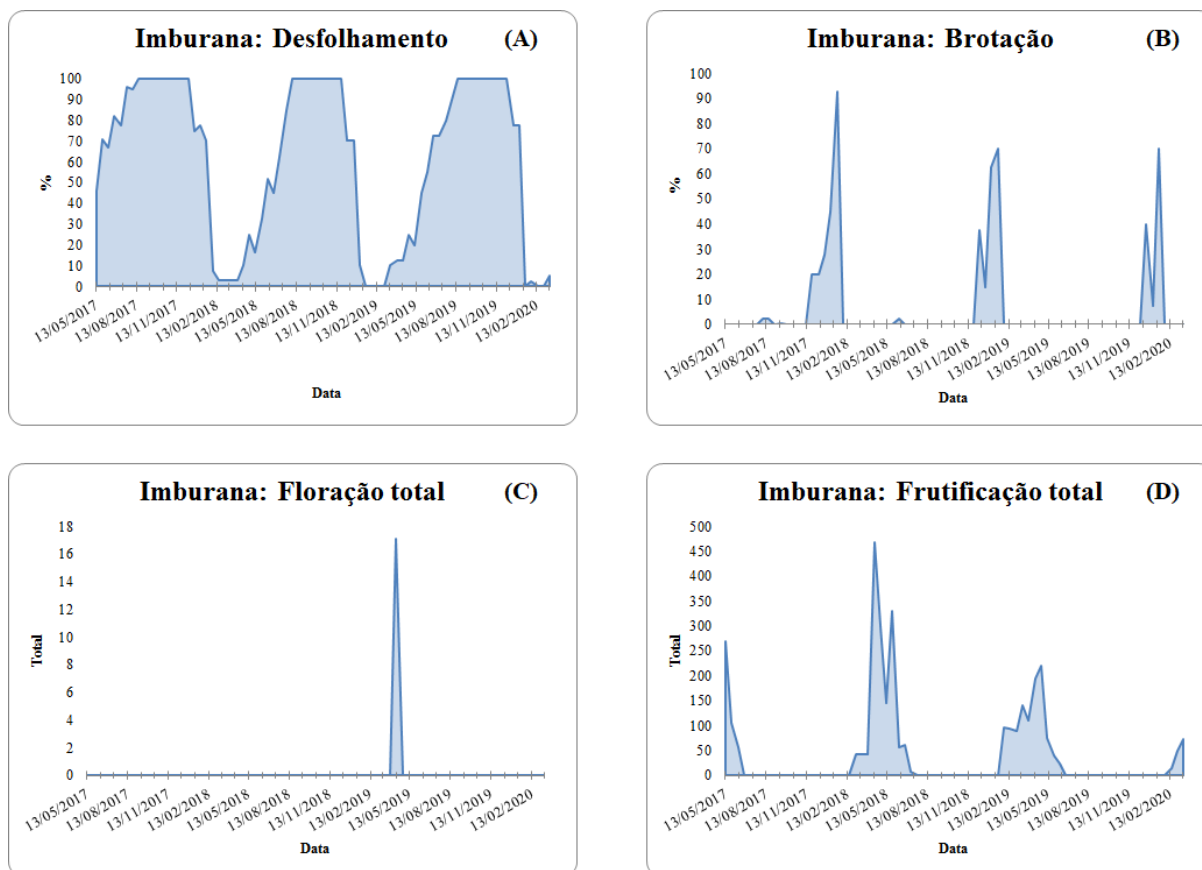


Em estudo realizado na Estação Ecológica do Seridó - RN, Amorim et al. (2009) observaram padrão fenológico semelhante em *Jatropha mollissima*, com queda de folhas

entre os meses de agosto-novembro, brotação foliar entre fevereiro-abril e produção de flores e frutos a partir de fevereiro. No entanto, resultado distinto foi descrito por Santos et al. (2005), ao caracterizar a biologia de duas espécies de *Jatropha* em área de caatinga do Estado do Pernambuco. Os autores registraram que todos os indivíduos de *J. mollissima* avaliados floresceram durante todo o ano, apresentando o maior percentual de indivíduos florindo simultaneamente entre os meses de outubro e novembro. O mesmo padrão de produção foi observado para frutificação, com maior percentual de indivíduos frutificando no mês de janeiro. Essa diferença na ocorrência dos eventos fenológicos deve estar relacionada a ação de fatores bióticos e abióticos diferentes nas duas localidades (NEVES et al. 2010).

Para a espécie *Commiphora leptophloeos*, a floração foi observada uma única vez em apenas um indivíduo, em 2019 (Figura 5C). Essa ausência de floração pode estar associada ao curto período de ocorrência da fenofase ou a própria não visualização das flores devido a seu tamanho reduzido, de 3 a 4 mm de comprimento, segundo Carvalho (2009). Relato similar quanto a dificuldade na observação de flores da espécie foi mencionado por Sena et al. (2017) em estudo fenológico no município de Petrolina, Pernambuco.

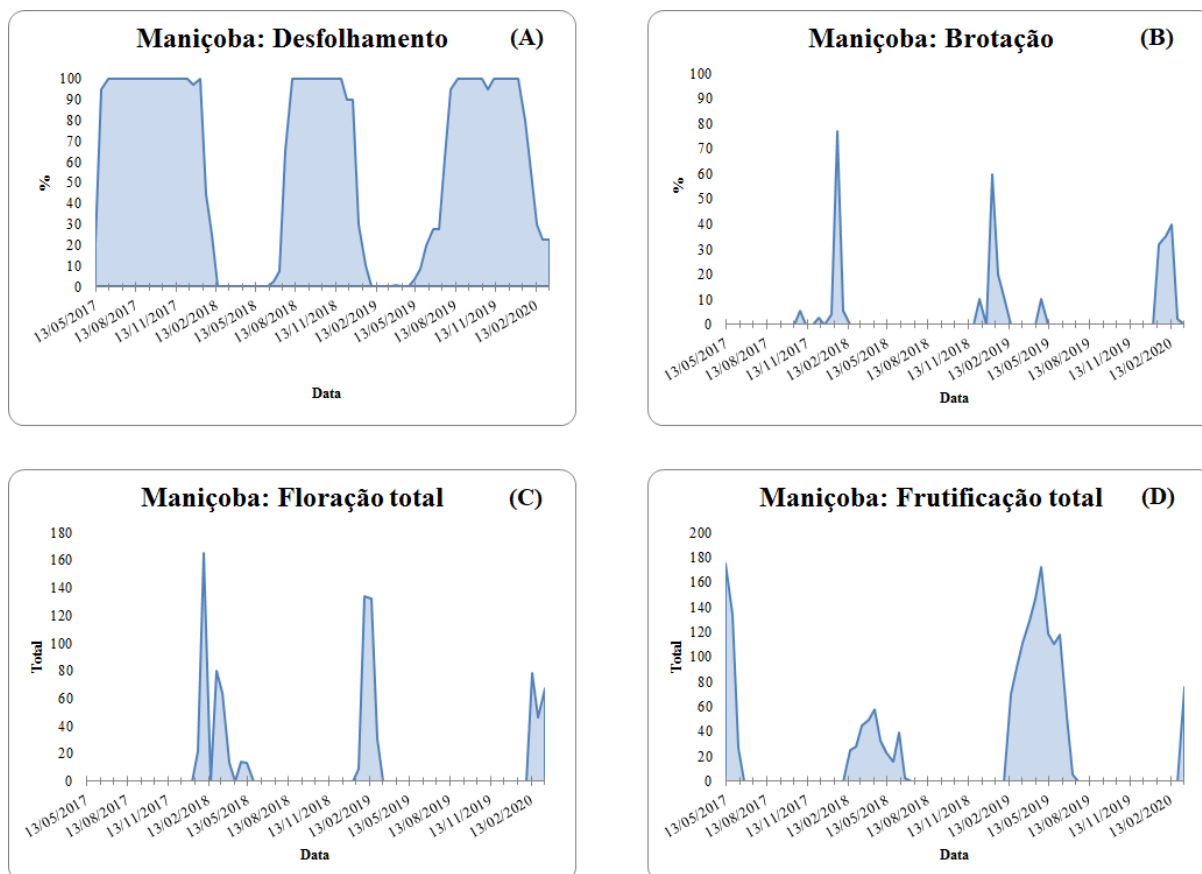
Figura 5 Acompanhamento fenológico da espécie *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett (imburana) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos).



No entanto, embora a produção de flores não tenha sido registrada, em todos os anos de pesquisa os indivíduos da referida espécie apresentaram picos de frutificação, especialmente entre os meses de fevereiro a julho (Figura 5D). Silva (2019), em estudo realizado no Parque Nacional da Fuma Feia em Mossoró/RN, descreveu que a espécie iniciou frutificação no mês de março, estendendo-se até meados de junho, havendo pico de atividade no mês de abril, resultado semelhante ao encontrado neste trabalho. O período de frutificação também coincide com a descrição realizada por Pereira et al. (2003), Carvalho (2009) e Maia (2012).

A espécie *Manihot carthagenensis* (maniçoba) (Figura 6A) expressou comportamento similar às citadas anteriormente, mantendo-se totalmente desfolhada nos meses de junho a dezembro. A fenofase brotação (Figura 6B) ocorreu por um curto período entre o final do mês de dezembro e fevereiro, com pico de atividade no mês de janeiro. A floração foi observada no início de cada ano, entre janeiro e março (Figura 6C). A frutificação sucedeu a floração, entre fevereiro, com o surgimento de frutos novos até o mês de junho (Figura 6D).

Figura 6 Acompanhamento fenológico da espécie *Manihot carthagenensis* subsp. *glaziovii* (Mull. Arg.) Allem (maniçoba) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos).

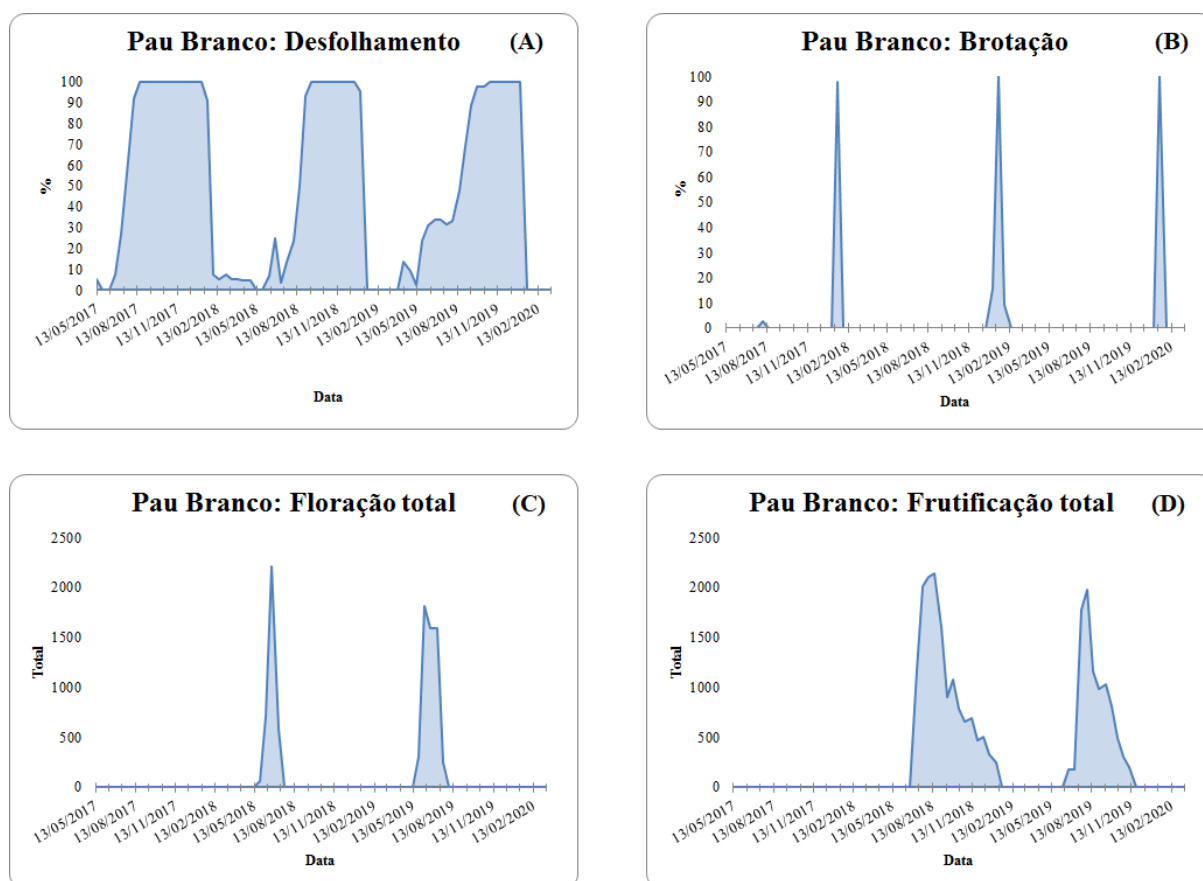


Não há registros acerca do padrão fenológico da espécie *M. carthagenensis* na literatura, entretanto, Souza et al. (2014), avaliando o padrão fenológico de espécies arbóreas na Floresta Nacional (FLONA) no município de Assú/RN, constatou que uma espécie do mesmo gênero da maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii*) iniciou o processo de frutificação no início do período chuvoso e perdurou até o início da estação seca, entre fevereiro e agosto. Sena et al. (2017) em estudo fenológico no município de Petrolina/PE, relatou taxas expressivas de floração para *M. pseudoglaziovii* nos meses de janeiro e fevereiro; e frutificação no período de janeiro a abril. Dados esses que corroboram com os resultados aqui apresentados.

Cordia glazioviana (pau-branco) (Figura 7A) no início do acompanhamento fenológico apresentou cerca de 2,7% de perda de folhas e, no terceiro mês da pesquisa, teve um aumento para 41,7%, estando os indivíduos completamente desfolhados no final do mês de agosto, seguido da estabilidade da fase acima de 98% até meados de dezembro. Em todos os anos de pesquisa, a espécie apresentou o mesmo padrão de desfolhamento. A emissão de novas folhas ocorreu em janeiro (Figura 7B). A formação de flores deu-se início no mês de maio, prolongando-se até o mês de julho (Figura 7C), apresentando durante todo o período

avaliado, maior produção no mês de junho, chegando a atingir em média 2935 flores no ano de 2018 e 3409 flores no ano de 2019.

Figura 7 Acompanhamento fenológico da espécie *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottshling & JS Mill. (pau-branco) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos).



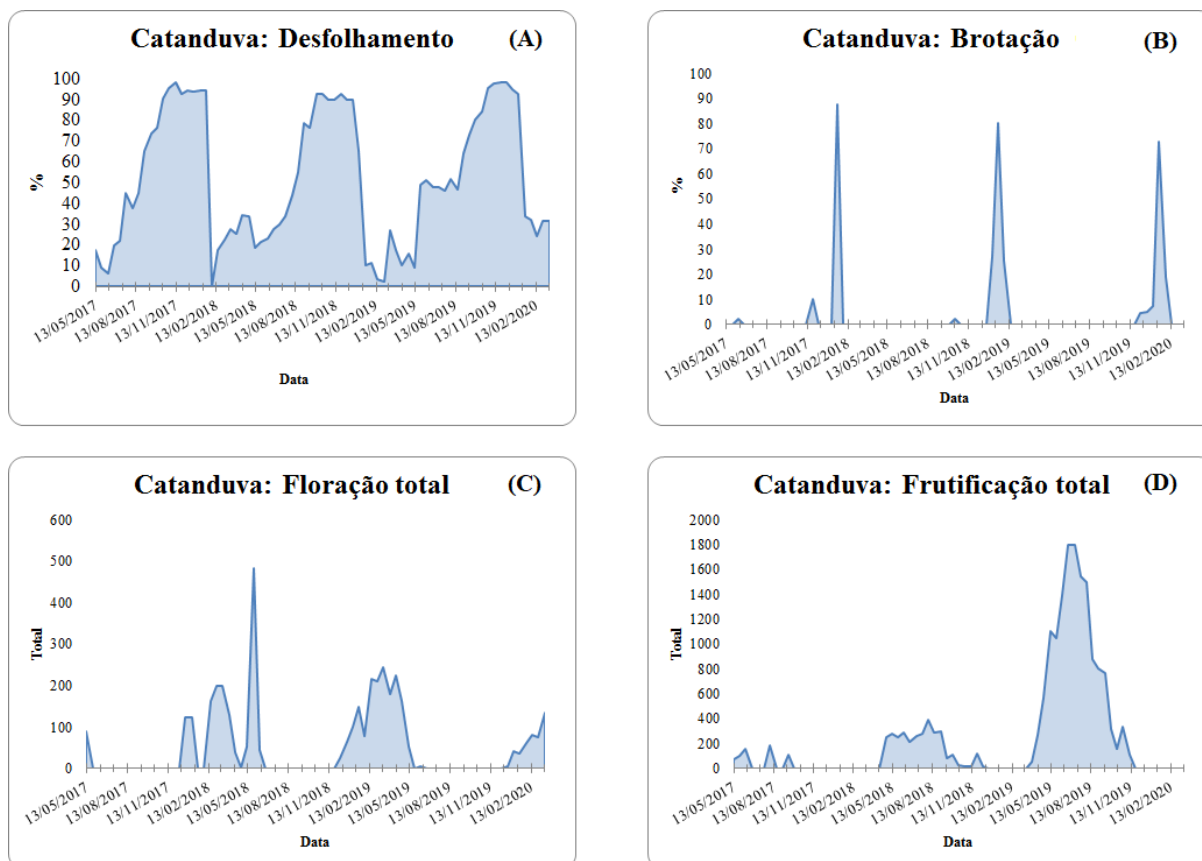
A fenofase frutificação nos indivíduos ocorreu concomitantemente a fenofase desfolhamento, na estação seca (Figura 7D). Segundo Fournier e Salas (1966), espécies que frutificam no período de estiagem têm melhores condições de se desenvolver com o início da estação úmida. No caso deste trabalho a frutificação variou anualmente quanto a produção (quantidade) e período de ocorrência. Em 2018, a produção iniciou no mês de julho prologando-se até janeiro de 2019, com pico de produção no mês de agosto (em média 4246 frutos). Em 2019, foi registrada a presença de frutos novos a partir do mês de junho, com duração da fenofase até o mês de novembro, com produção média de 2754 frutos em agosto. Os resultados deste trabalho para a fase reprodutiva coincidem com aqueles relatados por Melo et al. (2018) em pesquisa realizada em diversos municípios do Rio Grande do Norte. No

entanto, o autor cita que a floração ocorre de abril a agosto e em outubro, enquanto a frutificação entre os meses de maio a agosto.

Os resultados aqui obtidos também expressam semelhança entre os períodos de ocorrência das fenofases descritos por Souza et al. (2014) para *Cordia oncocalyx* (atualmente *Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill.), em que descreveram que o desfolhamento completo da espécie ocorreu no final da estação seca, entre maio e agosto, mantendo-se desfolhada até o início da estação chuvosa. A floração ocorreu entre maio e agosto, enquanto a produção de frutos entre junho a novembro.

As demais espécies apresentaram aumentos gradativos de perda de folha à medida que se entrava no período mais seco no bioma Caatinga. Esse comportamento foi visivelmente representado pela espécie *Pityrocarpa moniliformis* (catanduva) (Figura 8A). O período de maior queda de folhas concentrou-se entre outubro e dezembro, exceto no primeiro ano de pesquisa, que perdurou até o mês de janeiro do ano seguinte. A floração, desde a presença de botões florais a flores em antese, ocorreu entre dezembro e junho. A catanduva, assim como o pau-branco, se destacou no que se refere à fenofase frutificação (Figura 8C). A espécie apresentou frutos na maior parte do acompanhamento, entre abril e dezembro, com queda da intensidade a partir de agosto, porém, ainda com grande quantidade de frutos (Figura 8D).

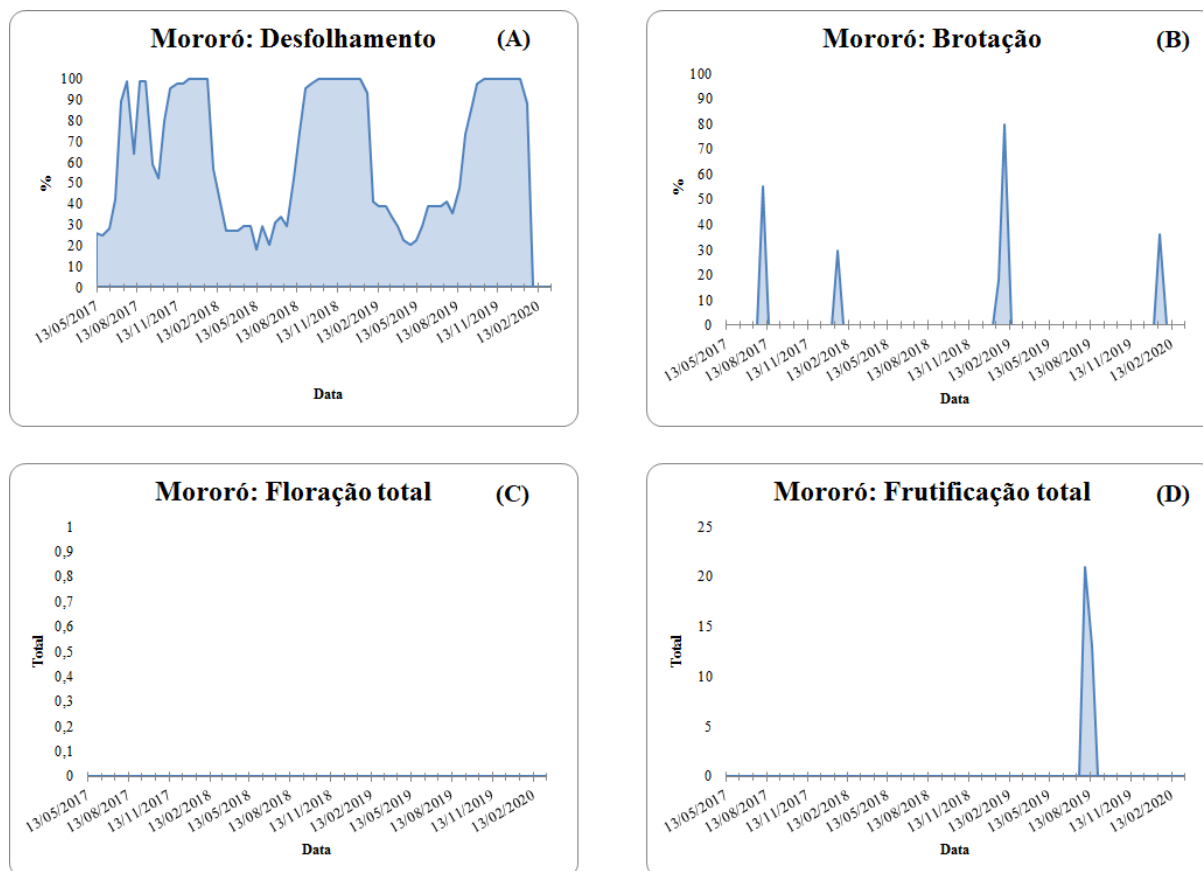
Figura 8 Acompanhamento fenológico da espécie *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow e RW Jobson (catanduva) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos).



Resultados, conforme os encontrados nesta pesquisa, foram descritos por Ferreira (2009) que acompanhou o processo fenológico da catanduva em área de caatinga na Bahia, registrou que a espécie desfolhou durante os meses de outubro e novembro, havendo picos de floração entre fevereiro e abril e maturação dos frutos em setembro e outubro. Por outro lado, Costa et al. (2002) descrevendo espécies de leguminosas forrageiras da caatinga no sertão da Bahia, registrou resultado um tanto diferente do obtido neste estudo para a fenofase desfolhamento. O autor cita que a espécie se mantém desfolhada apenas em julho, permanecendo com copa folhada durante a maior parte do ano (agosto a junho). Florescimento ocorrendo entre janeiro e abril, frutificação entre fevereiro e setembro.

A espécie *Bauhinia cheilantha* (Figura 9B) e *Piptadenia stipulacea* (Figura 10B), apresentaram comportamento diferente das demais em relação à brotação, visto que a maioria das espécies observadas obtiveram valores máximos (acima de 70%) no mês de janeiro. O mororó, em todo o período de pesquisa, não alcançou folhagem plena. O grau de desfolhamento variou continuamente ao longo dos meses, estando os indivíduos 100% desfolhados entre outubro e dezembro, e nos meses mais favoráveis a fase vegetativa, mantiveram copa desfolhada em até 20% (Figura 9A).

Figura 9 Acompanhamento fenológico da espécie *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud (mororó) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Fases da floração (em números absolutos); d) Fases da frutificação (em números absolutos).

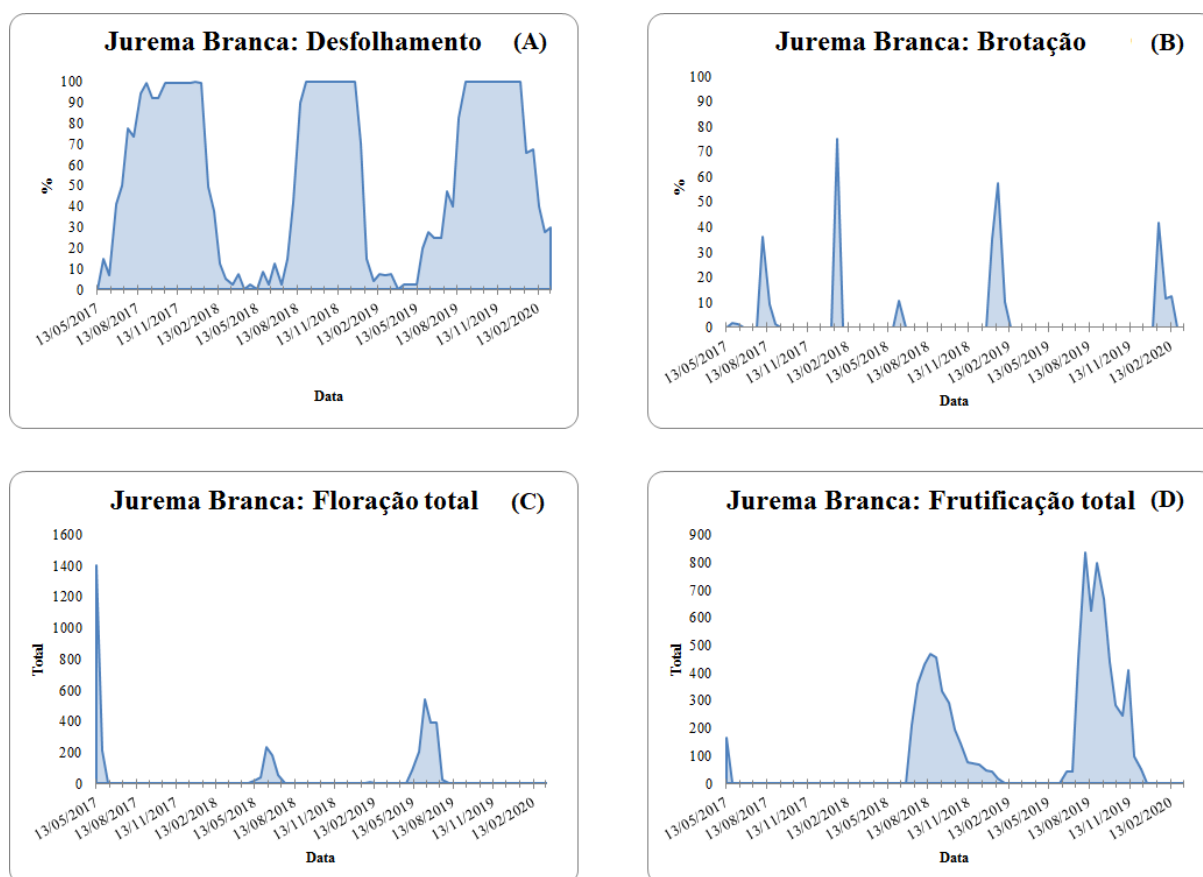


A ausência na floração e frutificação de *B. cheilantha* durante o período de avaliações (2017-2018) pode estar associado a fatores fisiológicos e/ou ambientais não identificados nesta pesquisa (Figura 9C e 9D), enquanto a ausência de registros florais no ano de 2019 pode estar associado ao curto período de ocorrência da fenofase, no qual a produção de frutos ocorreu em apenas três indivíduos nos meses de julho e agosto, com registros de pouco mais de 20 frutos. Araújo-Filho et al. (1998) em acompanhamento fenológico no município de Sobral, Ceará, destacaram que a emissão de folhas da espécie ocorreu no início de janeiro, seguido de floração e frutificação no mês de abril.

A jurema-branca se destacou quanto a floração (Figura 10C). No primeiro ano, alcançou em média a produção de 1615 flores no mês de maio. No entanto, houve declínio na quantidade de botões florais emitidos, alcançando aproximadamente 500 flores nos anos seguintes, com picos no mês de junho. A frutificação (Figura 10D), assim como descrito por Maia (2012), se estendeu até a estação seca, iniciando produção no mês de julho, com picos

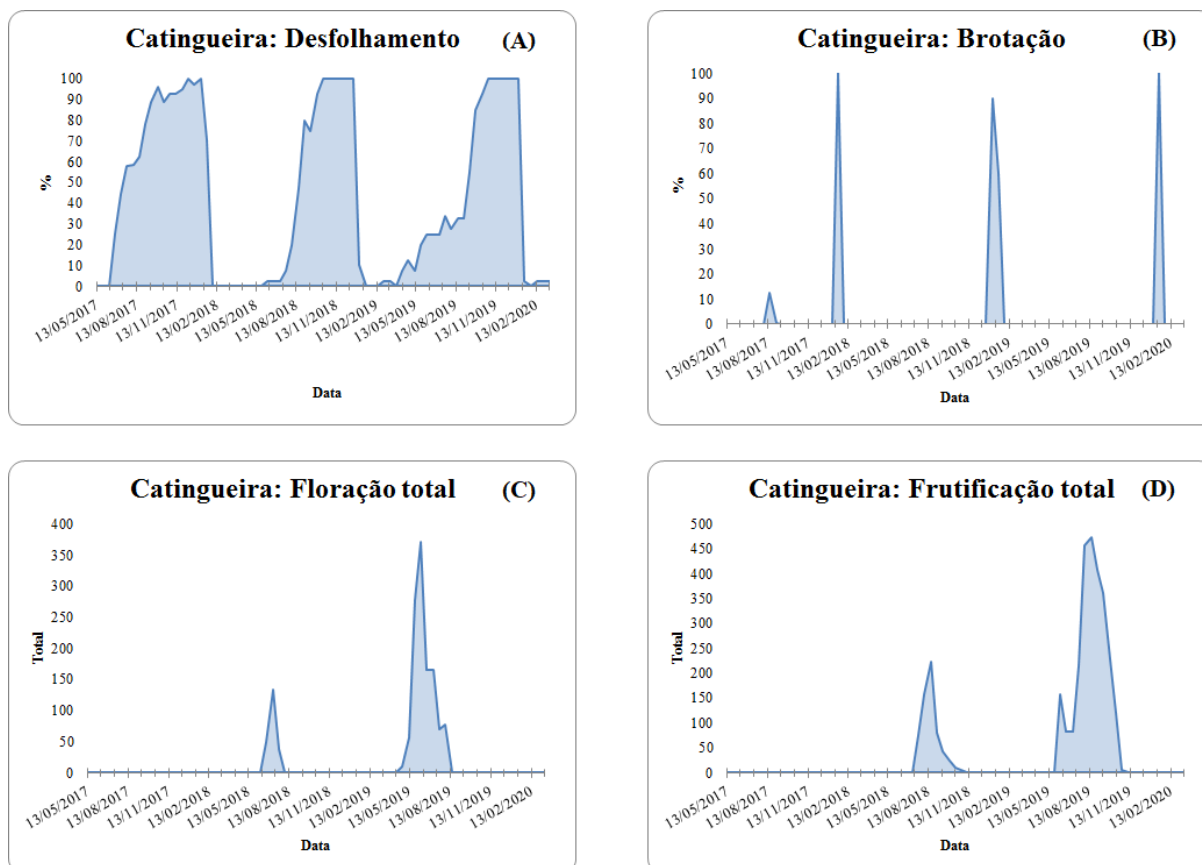
no mês de agosto. Informações descrevendo o padrão fenológico da jurema-branca são escassas.

Figura 10 Acompanhamento fenológico da espécie *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Durke (jurema-branca) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos).



O desfolhamento da espécie *Cenostigma pyramidale* (Figura 11A) ocorreu de junho ao mês de dezembro, com a queda total das folhas entre novembro e dezembro. Pereira et al. (1989) em acompanhamento de espécies lenhosas da caatinga no município de Pentecoste, Ceará, descreveram que os indivíduos avaliados da catingueira atingiram desfolhamento total de outubro a novembro, resultado pouco diverso ao encontrado nesse trabalho.

Figura 11 Acompanhamento fenológico da espécie *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon e GP Lewis (catingueira) no período de maio de 2017 a março de 2020 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN. a) Desfolhamento (%); b) Brotação (%); c) Floração total (em números absolutos); d) Frutificação total (em números absolutos).



Os picos de brotação (Figura 11B) ocorreram no mês de fevereiro. No primeiro ano de pesquisa, nenhum dos indivíduos amostrados alcançou a fase reprodutiva. A floração teve picos entre junho e julho nos anos seguintes (Figura 11C) e, no ano de 2019, a fenofase se estendeu até meados de agosto. A frutificação (Figura 11D) manifestou atividade a partir do mês de julho com decréscimo em outubro.

Resultado diverso foi apresentado por Souza et al. (2014) com pesquisa também em área de caatinga. Os autores relataram que a catingueira floresceu logo no início da estação chuvosa, em fevereiro e manteve-se florida até setembro e, quanto à frutificação, a espécie permaneceu mais de oito meses apresentando frutos, entre fevereiro e novembro.

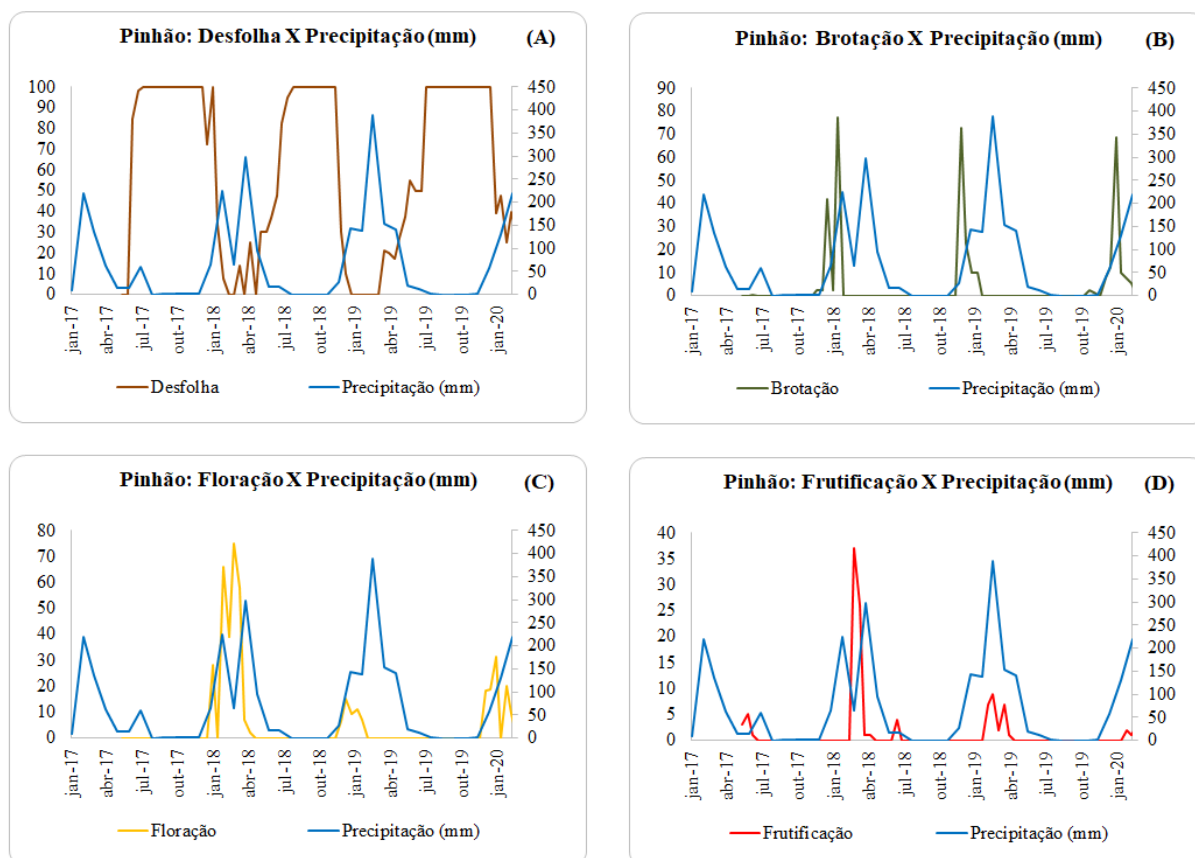
5.2 Correlação entre fenologia e precipitação

Os resultados da verificação da correlação entre fenofases reprodutivas e vegetativas, das 8 espécies arbóreas, objeto de acompanhamento fenológico, com a ocorrência de chuvas na área de estudo indicaram clara dependência entre os fatores analisados. As espécies avaliadas, exceto pinhão e imburana, expressaram comportamento semelhante para a queda e emissão foliar, indicando que as fenofases foram fortemente influenciadas pela pluviosidade, com diferenças apenas no período de ocorrência e na intensidade, como mencionado na

caracterização fenológica. A maioria das espécies entrou na fase de desfolhamento a partir do mês de junho, período de declínio pluviométrico na área (estação seca).

A espécie *Jatropha mollissima* iniciou emissão de folhas pouco antes da estação chuvosa se estabelecer, atingindo pico acima de 60% no mês de janeiro em todos os anos de avaliação (Figura 12B). De forma semelhante, Maia (2012), descreve que o pinhão-bravo perdeu as folhas na estação seca e floresceu na estação chuvosa, seguido da frutificação (Figura 12C e 12D). Rathcke e Lacey (1985) reforçam que a ocorrência das fases vegetativas e reprodutivas das plantas são frequentemente associadas a fatores abióticos, como a precipitação e temperatura, além da possível influência de agentes bióticos, como os polinizadores. Se tratando da região semiárida, a vegetação da Caatinga apresenta adaptações para sobreviver à deficiência hídrica da região, manifestando comportamento caducifólio (ALVES et al. 2006). Segundo Quirino e Machado (2014), algumas espécies da caatinga tendem a iniciar a atividade reprodutiva durante o período chuvoso devido a disponibilidade de água para ativar mecanismos de produção.

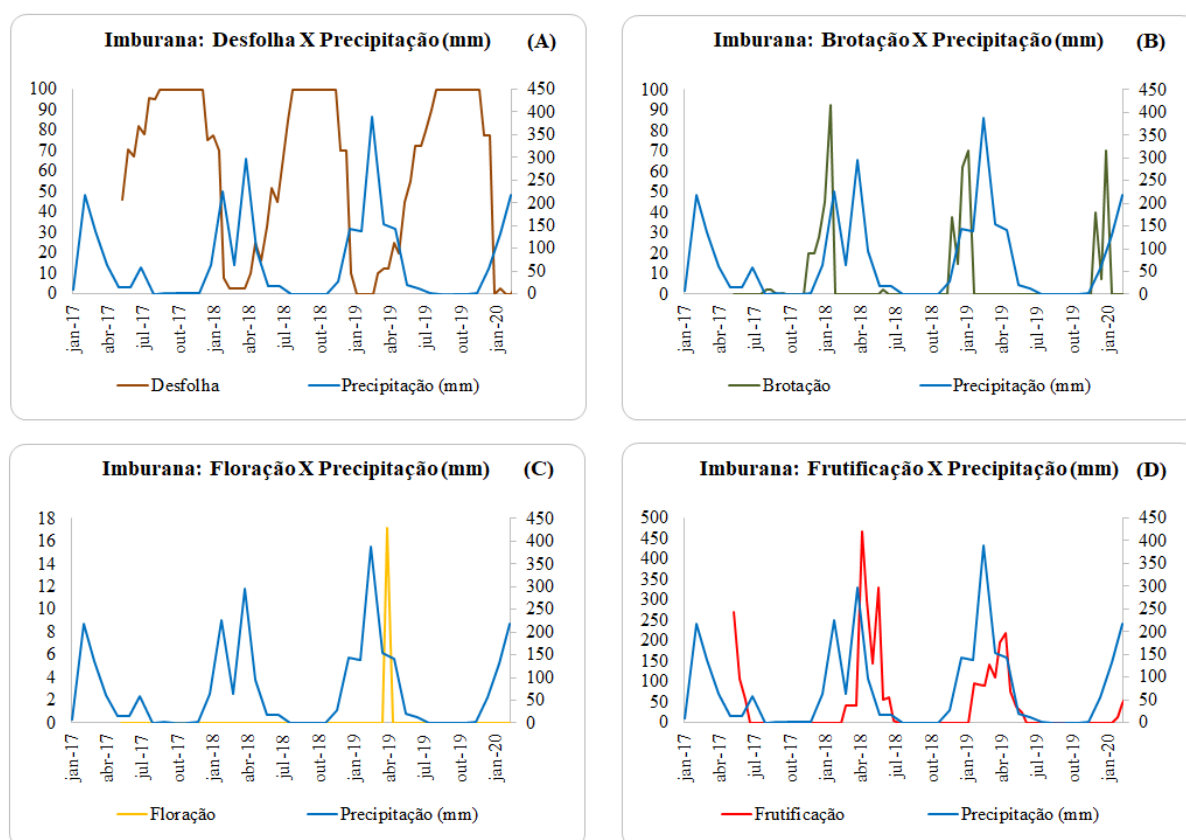
Figura 12 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. (pinhão-bravo) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.



A espécie *Commiphora leptophloeos* seguiu padrão de brotação apresentado por Lima e Rodal (2010), que ressaltam que, apesar da precipitação induzir a produção de novas folhas em espécies da caatinga, algumas iniciam brotação foliar ainda na estação seca, pouco antes do início das chuvas (Figura 13B). Segundo Chapotin et al. (2006) e Lima (2007), a emissão de folhas ainda na estação seca, assim como *J. mollissima* apresentou, pode estar associado a capacidade de armazenamento de água nos tecidos devido a baixa densidade da madeira (imburana = 0,43 g/cm³; pinhão-bravo = 0,29 g/cm³), possibilitando a ocorrência da fenofase.

Pereira et al. (2003), Maia (2012) e Sena et al. (2017) descreveram que a renovação de folhas e a floração de *C. leptophloeos* ocorreu no final da estação seca, estendendo-se ao período chuvoso; a produção de frutos iniciou ainda na estação chuvosa, com pico de produção coincidindo com o início do desfolhamento e declínio da pluviosidade (Figura 13C e 13D), sendo portanto, os padrões, exceto para a floração, semelhantes aos encontrados nesse trabalho.

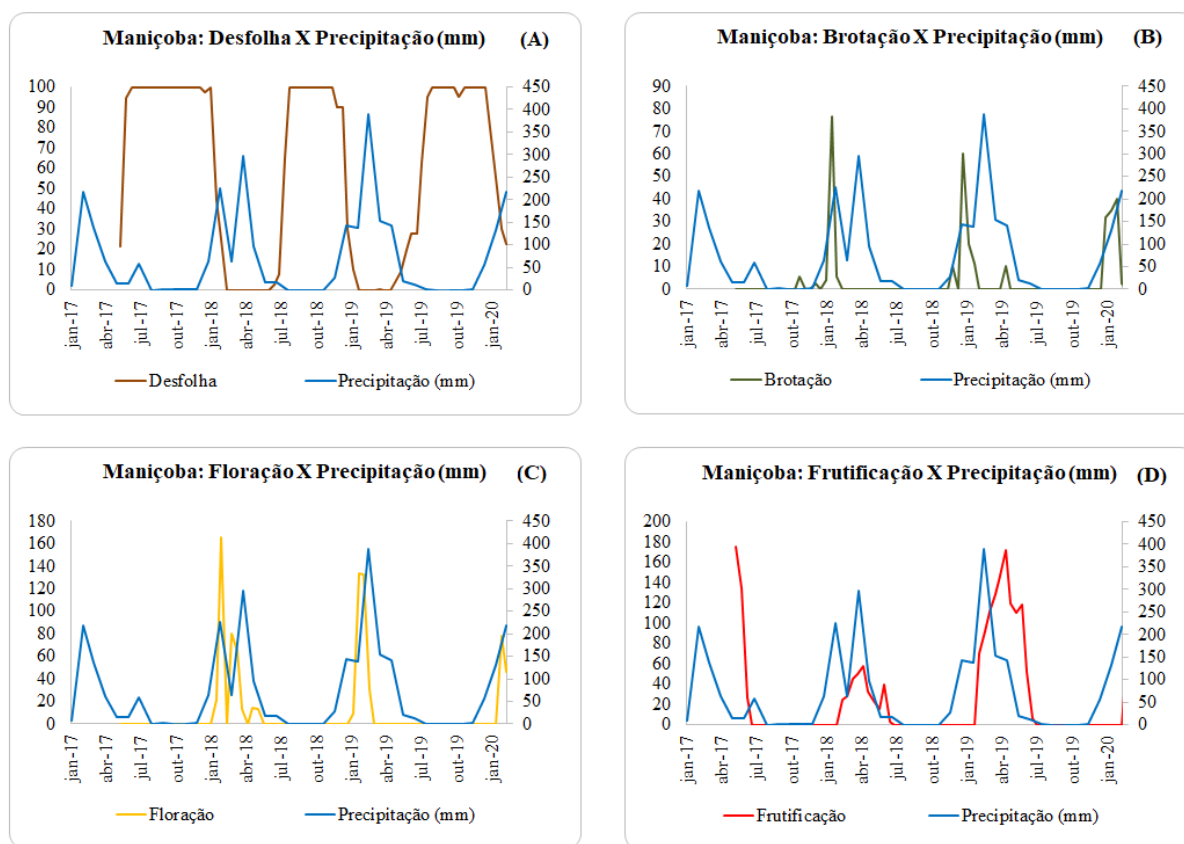
Figura 13 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Commiphora leptophloeos* (Mart.) JB Gillett (imburana) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.



Os eventos de brotação, floração e frutificação da espécie *Manihot carthagenensis* (Figura 14B, 14C e 14D) foram registrados após o início da estação chuvosa. A ausência de

informações acerca da espécie impossibilita comparação de resultados. No entanto, padrão semelhante foi observado por Souza et al. (2014) estudando espécie do mesmo gênero (*Manihot pseudograziovii*). Os autores destacaram que a emissão de novas folhas e as fases reprodutivas sofreram influência da precipitação durante o período de estudo, que ocorreu de dezembro a maio, período de maior registro mensal da precipitação.

Figura 14 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Manihot carthagenensis* subsp. *glaziovii* (Mull. Arg.) Allem (maniçoba) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.



Assim como *M. carthagenensis*, as espécies *Cordia glazioviana* e *Pityrocarpa moniliformis* apresentaram relação com a precipitação para a fase brotação, aumentando o percentual de emissão de novas folhas com o crescimento da pluviosidade (Figura 15B e 16B). A fase de floração do pau-branco ocorreu no final da estação chuvosa, coincidindo com o início do período de desfolha (Figura 15C). A frutificação alcançou maiores picos na estação seca (acima de 300 frutos), prolongando-se até o início da estação chuvosa do ano seguinte (Figura 15D). Lorenzi (1998) descreve que a floração da espécie geralmente acontece durante os meses de julho-agosto, final do período chuvoso na maioria dos municípios da região semiárida; e há registros de frutos amadurecendo a partir do mês de

setembro. A *P. moniliformis* floresceu durante o período de maior precipitação, com maiores picos na produção de frutos durante a estação seca (Figura 16C e 16D).

Morellato et al. (1989) e Lima (2007) citam que espécies que frutificam durante a estação seca e possuem síndrome de dispersão do tipo anemocórica (pelo vento), como é o caso da espécie decídua pau-branco, favorecem a dispersão dos diásporos através da copa quase ou totalmente desfolhada, minimizando as barreiras para a dispersão. Além disso, os autores sugerem que espécies que frutificam no período seco e dispersam na estação chuvosa, favorecem a germinação da semente e aumentam as chances de sobrevivência da plântula.

Figura 15 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Cordia glazioviana* (Taub.) Gottshling & JS Mill. (pau-branco) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.

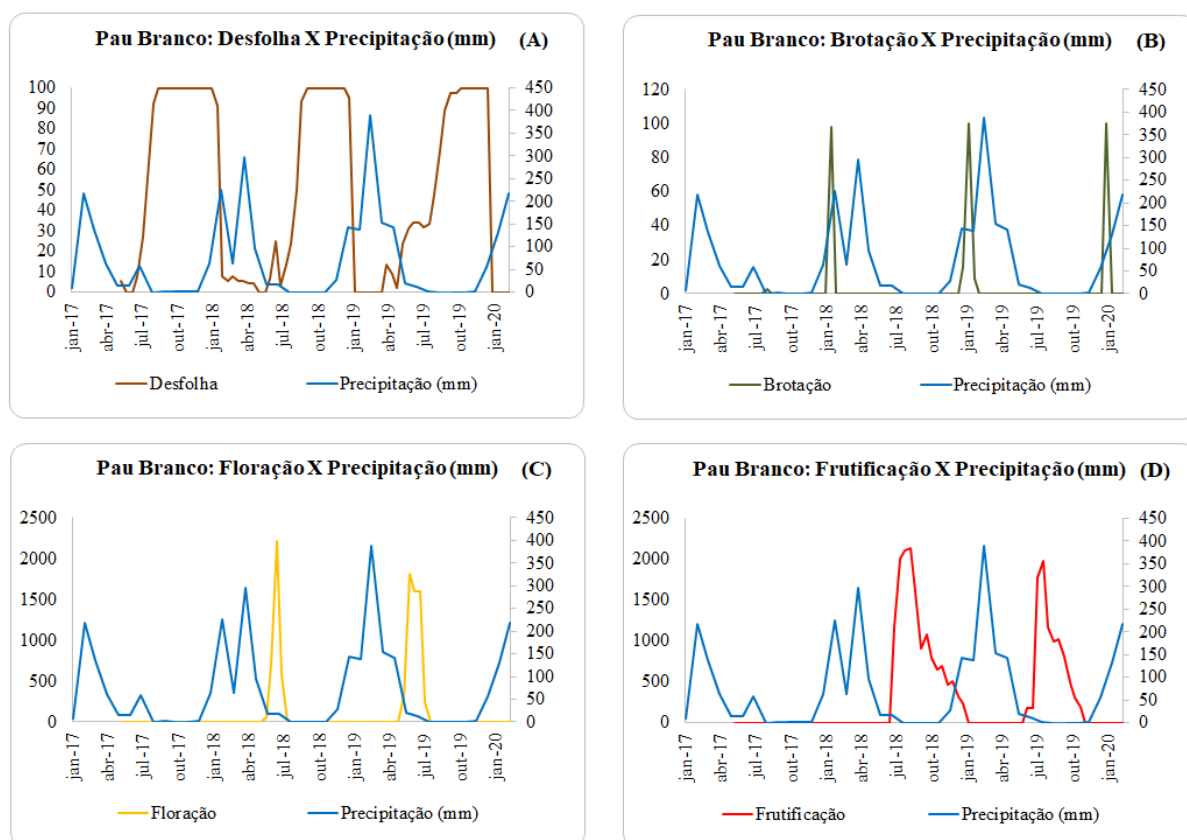
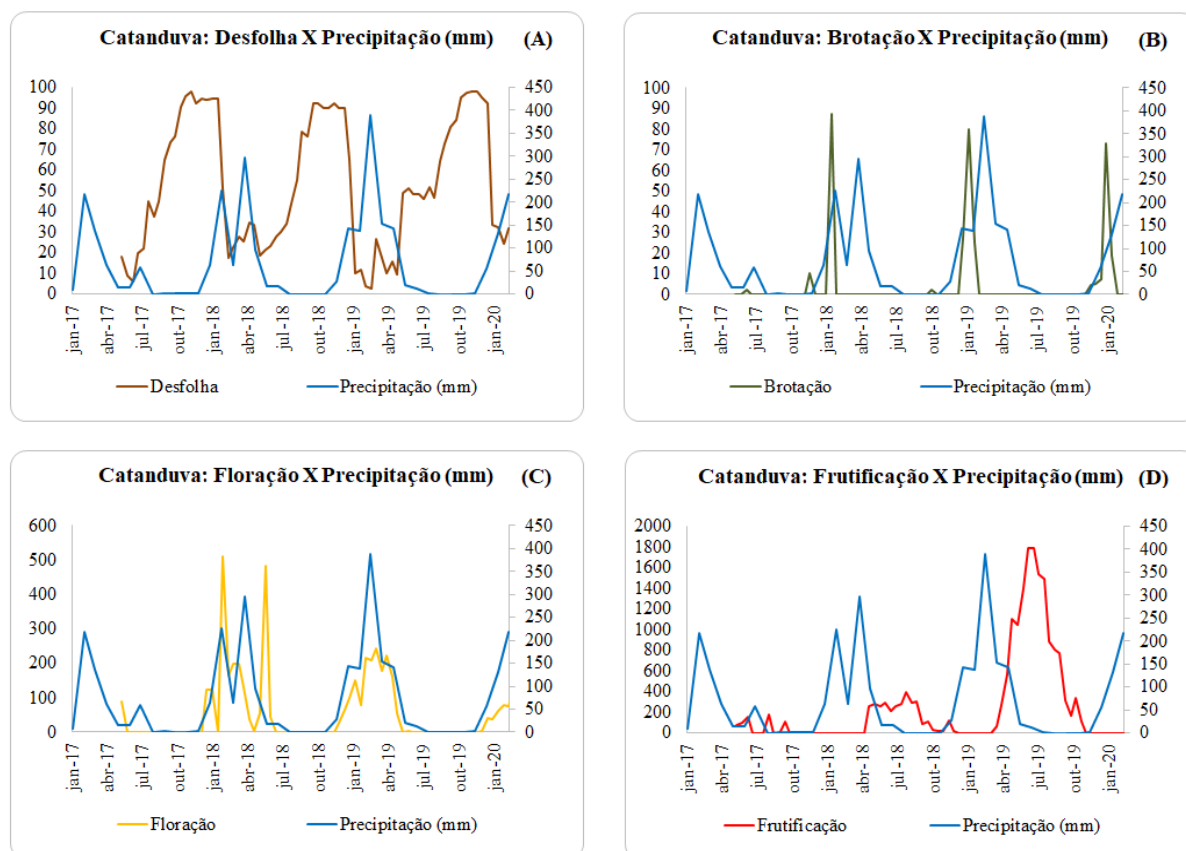


Figura 16 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow e RW Jobson (catanduva) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.



As espécies *Bauhinia cheilantha* e *Piptadenia stipulacea* apresentaram picos de atividade durante a estação seca no ano de 2017 para a fase brotação, fato esse devido a aumento esporádico da precipitação, reforçando que a variável climática tem influência na ocorrência da fenofase (Figura 17B e 18B). Como mencionado na caracterização fenológica, não houve registro da fenofase floração para a espécie durante as avaliações e, somente em 2019, na estação seca, foi registrada a ocorrência de frutificação em apenas três indivíduos.

O padrão reprodutivo observado para *C. glazioviana* ocorreu de forma semelhante para a espécie *Piptadenia stipulacea*, florescendo e frutificando no período de estiagem (Figura 18C e 18D). Esse comportamento coincide com descrição de Maia (2012), com a espécie manifestando eventos reprodutivos na estação seca.

Figura 17 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Bauhinia cheilantha* (Bong.) Steud (mororó) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.

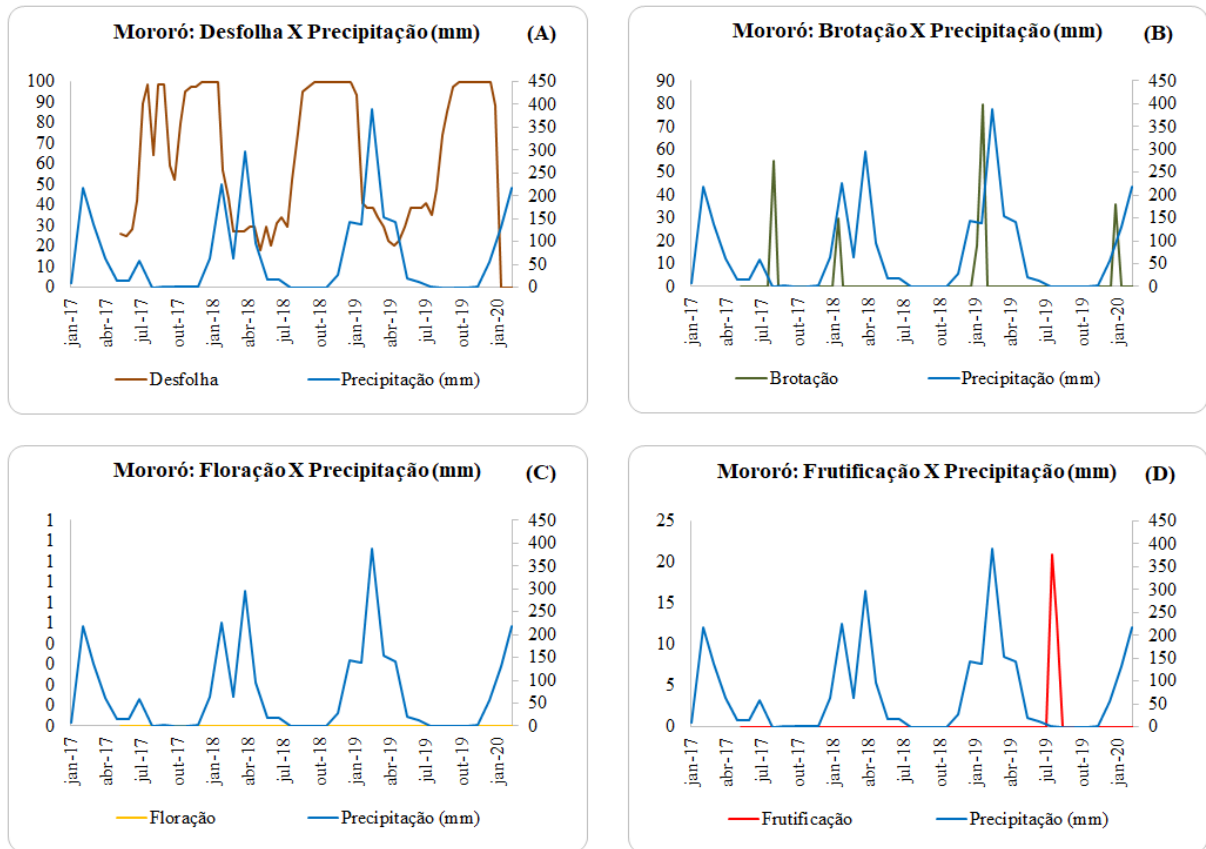
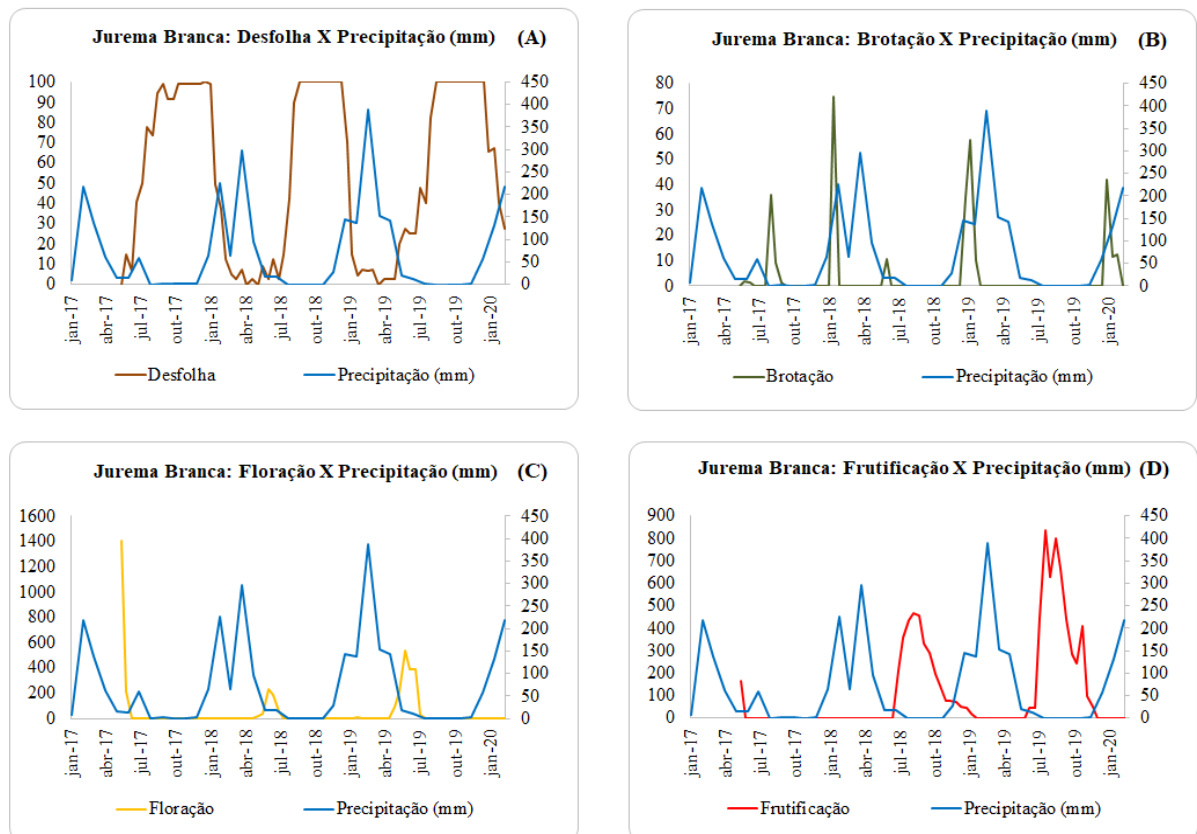


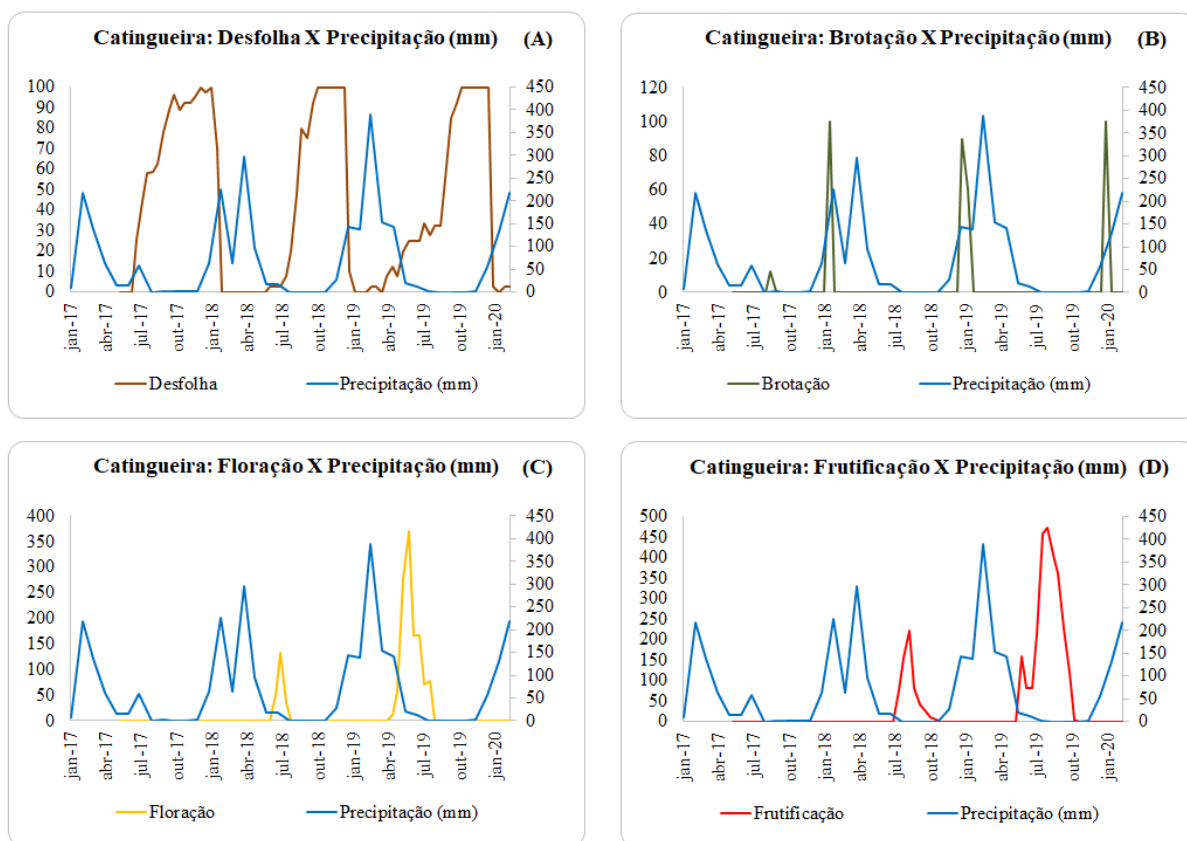
Figura 18 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Piptadenia stipulacea* (Benth.) Durke (jurema-branca) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.



A espécie *Cenostigma pyramidale*, assim como as demais espécies, apresentou rápida resposta ao aumento da pluviosidade com a emissão de novas folhas. Floresceu no final do período chuvoso (junho-agosto) e frutificou (julho-outubro) no período de estiagem, comportamento fenológico que difere dos encontrados na literatura. Lima (2014), em acompanhamento correlacionando fenologia da espécie e a precipitação do município de Soledade, Paraíba, cita que os eventos reprodutivos ocorreram sincronicamente com os maiores registros de precipitação e, a partir do mês de junho, com decréscimo nas chuvas, as fenofases rapidamente diminuíram a intensidade. Resultado semelhante ao descrito por Lima (2014) para os eventos reprodutivos foi observado por Parente et al. (2012).

Lima-Júnior (2006), avaliando o potencial forrageiro de espécies da caatinga no sertão paraibano, descreveu que entre as espécies avaliadas, a catingueira obteve maior percentual de consumo por caprinos durante a estação seca. Diante disso, a compreensão dos eventos fenológicos é essencial para verificar a época de disponibilidade de recursos para sobrevivência animal em ambientes com condições climáticas pouco favoráveis.

Figura 19 Correlação entre os eventos fenológicos da espécie *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon e GP Lewis (catingueira) e precipitação da área, no período de 2017-2020. a) Desfolhamento X Precipitação; b) Brotação X Precipitação; c) Floração total X Precipitação; d) Frutificação total X Precipitação.



5.3 Índice de sincronia das fenofases reprodutivas

A Tabela 1 apresenta o índice de sincronia individual (x_i) e o índice de sincronia da população (Z) para todas as espécies acompanhadas neste estudo.

Tabela 1 Índice de sincronia individual (x_i) e da população (Z) dos eventos reprodutivos floração e frutificação para espécies arbóreas e arbustivas, durante acompanhamento fenológico na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, Mossoró – RN.

Espécie	Floração			Frutificação	
	Indivíduos (I)	Co-específicos (XI)	População (Z)	Co-específicos (XI)	População (Z)
<i>Jatropha mollissima</i> Pinhão-bravo	1	0,00	0,60	0,11	0,20
	2	0,58		0,19	
	3	0,57		0,28	
	4	0,63		0,27	
	5	0,81		0,00	
	6	0,62		0,56	
	7	0,63		0,26	
	8	0,63		0,37	
	9	0,78		0,00	
	10	0,76		0,00	
<i>Commiphora leptophloeos</i> Imburana	1	0,00	0,00	0,00	0,15
	2	0,00		0,31	
	3	0,00		0,22	
	4	0,00		0,28	
	5	0,00		0,20	
	6	0,00		0,00	
	7	0,00		0,29	
	8	0,00		0,00	
	9	0,00		0,00	
	10	0,00		0,19	
<i>Manihot carthagenensis</i> Maniçoba	1	0,00	0,44	0,89	0,65
	2	0,67		0,81	
	3	0,67		0,52	
	4	0,37		0,58	
	5	0,39		0,49	
	6	0,56		0,58	
	7	0,32		0,52	
	8	0,52		0,63	
	9	0,67		1,00	
	10	0,28		0,50	
	1	0,95	0,87	0,97	0,89
	2	0,95		0,88	
	3	0,95		0,79	
	4	0,82		0,85	
	5	0,95		0,90	

<i>Cordia glazioviana</i>	6	0,83		0,86	
Pau-branco	7	0,82		0,86	
	8	0,72		0,94	
	9	0,80		0,90	
	10	0,80		0,90	
	1	0,56		0,55	
	2	0,78		0,76	
	3	0,74		0,81	
	4	0,74		0,93	
<i>Pityrocarpa moniliformis</i>	5	0,67	0,64	0,70	0,71
Catanduva	6	0,49		0,54	
	7	0,19		0,40	
	8	0,74		0,79	
	9	0,53		0,74	
	10	1,00		0,89	
	1	0,00		0,00	
	2	0,00		0,20	
	3	0,00		0,20	
	4	0,00		0,00	
<i>Bauhinia cheilantha</i>	5	0,00	0,00	0,00	0,05
Mororó	6	0,00		0,20	
	7	0,00		0,00	
	8	0,00		0,00	
	9	0,00		0,00	
	10	0,00		0,00	
	1	0,70		0,64	
	2	0,78		0,63	
	3	0,96		0,97	
	4	0,76		0,80	
<i>Piptadenia stipulacea</i>	5	0,92	0,83	0,80	0,78
Jurema-branca	6	0,81		0,61	
	7	0,94		0,89	
	8	0,81		0,82	
	9	0,81		0,81	
	10	0,78		0,78	
	1	0,78		0,61	
	2	0,48		0,57	
	3	0,67		0,70	
	4	0,54		0,57	
<i>Cenostigma pyramidale</i>	5	0,51	0,60	0,57	0,63
Catingueira	6	0,78		0,81	
	7	0,67		0,81	
	8	0,00		0,89	
	9	0,67		0,76	
	10	0,89		0,00	

Verifica-se que a maioria da população de *Jatropha mollissima* (90% dos indivíduos) floresceram simultaneamente entre os meses de fevereiro a maio, apresentando índice de sincronia relativamente alto ($Z = 0,60$). No entanto, três indivíduos, dos dez observados, não chegaram a frutificar, gerando baixa sincronia quanto a frutificação quando se considera a população da espécie ($Z = 0,20$). A ausência da fenofase frutificação em alguns indivíduos da população pode ser justamente explicada pela alta porcentagem de indivíduos em sincronia na fenofase floração. A oferta de recursos florais em grande quantidade supre a demanda dos polinizadores que, conseqüentemente, podem deixar de polinizar alguns indivíduos da população. Adicionalmente, cabe ressaltar que alguns indivíduos da espécie pinhão-bravo (3), por ocasião das primeiras visitas de acompanhamento, morreram e foram substituídos por outros. Este fato, que poderia ser traduzido como a ocorrência de uma doença, por exemplo, também poderia ser uma possível explicação para a falta de frutificação dos três indivíduos citados. No entanto, não há como afirmar.

Em estudo buscando caracterizar a atividade fenológica de uma espécie arbórea em área de transição entre Caatinga e Cerrado, Botrel et al. (2015) obtiveram valores baixos para a sincronia da fenofase frutificação. Os autores ressaltam que a baixa sincronia encontrada pode ser considerada um aspecto favorável a dispersão de sementes, levando em consideração que a não sobreposição da fase possibilita a ocorrência de frutos da espécie em diferentes períodos de tempo.

No que diz respeito à sincronia de *Commiphora leptophloeos*, a fase floração obteve índice nulo devido a não ocorrência da fenofase em todos os indivíduos e a fenofase frutificação apresentou baixa simultaneidade ($Z = 0,15$), no qual os indivíduos da população apresentaram índice entre 0,00 a 0,31.

A floração da espécie *Manihot carthagenensis*, que foi observada nos primeiros meses de cada ano, apresentou a maior parte dos indivíduos com valor de sincronia entre baixo e médio (0,28 a 0,67), resultando em baixa sincronia para a população ($Z = 0,44$). Este padrão de florescimento foi observado por Oliveira (2018), estudando a fenologia de oito espécies do gênero Euphorbiaceae. O autor cita que a floração da maniçoba se concentrou no mês de janeiro com padrão anual sazonal e baixa sincronia ($Z = 0,51$). A frutificação apresentou índice de sincronia populacional (Z) de 0,65.

Padrão de florescimento com baixo índice de sincronia, conforme Otárola e Rocca (2014), representa um aspecto positivo considerando que garante a disponibilidade de recursos florais para agentes polinizadores em diferentes períodos, além de ampliar a taxa de visitação entre os diferentes indivíduos, visto que necessitam de várias plantas para atender a

necessidade de recursos. No entanto, Marquis (1988) aponta que o florescimento ocorrendo de forma síncrona estimula a visitação de agentes polinizadores e dispersores, favorecendo a dispersão de pólen e sistema de reprodução cruzada.

A espécie *Cordia glazioviana* foi a única espécie deste estudo que apresentou bons índices de sincronia para floração e frutificação, $Z = 0,87$ e $0,89$, respectivamente, sendo observado sincronismo alto para todos os indivíduos amostrados. Resultado semelhante ao encontrado neste trabalho foi descrito por Souza et al. (2014), ao avaliar o padrão fenológico da espécie *Cordia oncocalyx* (atualmente *Auxemma oncocalyx* (Allemão) Baill.), onde todos os indivíduos avaliados floresceram sincronicamente.

A espécie *Pityrocarpa moniliformis*, embora não tenha expressado sincronia perfeita entre todos os indivíduos e seus co-específicos para a fase reprodutiva, cerca de 70% dos indivíduos apresentaram sincronia de média a alta ($0,67$ a $1,00$) para ambas as fenofases.

Diante da caracterização fenológica descrita para a espécie *Bauhinia cheilantha*, a sincronia para a fase floração obteve índice nulo devido a não ocorrência de material reprodutivo e a fase frutificação apresentou baixa simultaneidade ($Z = 0,05$). A maioria dos indivíduos da população de *Piptadenia stipulacea* apresentaram alto sincronismo na floração e na frutificação, com índice populacional Z de $0,83$ e $0,78$, respectivamente.

O índice de sincronia obtido para os indivíduos da espécie *Cenostigma pyramidale* não apresentou sincronia perfeita entre os indivíduos amostrados e seus co-específicos, resultando em um valor médio de sincronia para a população, sendo $Z = 0,60$ para floração e $Z = 0,63$ para frutificação. Em pesquisa realizada na Floresta Nacional (FLONA) no município de Assú, Souza et al. (2014) relatou que a espécie apresentou 100% dos indivíduos em período de floração. Em área de Cerrado no Oeste da Bahia, Souza e Nascimento (2018) avaliando os aspectos reprodutivos de *Cenostigma macrophyllum* Tull., espécie do mesmo gênero da descrita neste trabalho, descreveram que poucos indivíduos da espécie floresceram ao mesmo tempo, resultando em baixa sincronia. No entanto, apesar de não haver sobreposição na ocorrência da fenofase, os indivíduos permaneceram com flores por um período prolongado.

Justificar e comparar os valores obtidos com base na literatura não foi possível devido a ausência de informações acerca da sincronia das espécies estudadas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As informações obtidas revelam que as fenofases para as diferentes espécies mantiveram-se variadas ao longo do período de observações. A correlação de fenofases reprodutivas e vegetativas com a precipitação ocorreu de maneira clara, indicando que a ocorrência de padrões fenológicos anuais depende do regime pluviométrico anual. Quando avaliadas isoladamente, todas as espécies apresentaram calendário fenológico bem definido quanto à ocorrência de suas fenofases. Os picos de brotação ocorreram, coincidentemente, no período chuvoso na região, enquanto a queda de folhas foi observada à medida que se entrava o período mais seco, variando apenas em seu grau de intensidade. As fases reprodutivas variaram em relação ao período de ocorrência entre as espécies, havendo produção de frutos e flores durante as diferentes estações (chuvosa e seca). A sincronia entre os indivíduos das populações das diferentes espécies foi baixa, indicando que, com exceção da espécie pau-branco, os indivíduos não expressaram eventos reprodutivos ao mesmo tempo.

Os resultados obtidos nessa pesquisa têm influência direta quanto a disponibilidade de recursos para a fauna local, bem como para o manejo adequado e sustentável, fornecendo subsídio para o planejamento de coleta de sementes e/ou para a escolha de espécies nativas com potencial para compor sistemas agroflorestais.

7 REFERÊNCIAS

- ALVES, A.R. et al. Aporte e decomposição de serrapilheira em área de Caatinga, na Paraíba. **Revista Biologia e Ciência da Terra**, v. 6, n. 2, p.194-204, 2006.
- ALVES, J.J.A. et al. Degradação da caatinga: uma investigação ecogeográfica. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 126-135, 2009.
- AMORIM, I.L. et al. Fenologia de espécies lenhosas da caatinga do Seridó, RN. **Revista Árvore**, v. 33, n. 3, p. 491-499, 2009.
- ANDRADE, L.A. et al. Análise de cobertura de duas fitofisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Revista Cerne**, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.
- ANDREIS, C. et al. Estudo fenológico em três fases sucessionais de uma floresta estacional decidual no município de Santa Tereza, RS, Brasil. **Revista Árvore**, v. 29, n. 1, p. 55-63, 2005.
- ARAUJO, E.L. et al. Composição florística e fitossociológica de três áreas da Caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 55, n. 4, p. 595-607, 1995.
- ARAUJO-FILHO, J.A. et al. Fenologia, produção e valor nutritivo de espécies lenhosas da caatinga. Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral/CE. 1998. Comunicado Técnico 39.
- AUGSPURGER, C.K. Phenology, flowering synchrony and fruit set of six neotropical shrubs. **Biotropica**, v. 15, n. 4, p. 257-267, 1983.
- AZEVEDO, S.M.A. et al. Crescimento de plântulas de jurema preta (*Mimosa tenuiflora* (Wild) Poiret) em solos de áreas degradadas da caatinga. **Revista Engenharia Ambiental: pesquisa e tecnologia**, v. 9, n. 3, p. 150-160, 2012.
- BENCKE, C.S.C.; MORELLATO, P.C. Comparação de dois métodos de avaliação da fenologia de plantas, sua interpretação e representação. **Revista Brasil de Botânica**, v. 25, n. 3, p. 269-275, 2002.
- BEZERRA, J.M. et al. Parâmetros biofísicos obtidos por sensoriamento remoto em região semiárida do estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n. 1, p. 73-84, 2014.
- BOTREL, R.T. et al. Fenologia de uma espécie arbórea em ecótono Caatinga/Cerrado no sul do Piauí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 3, p. 07-12, 2015.
- BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. 5º **Relatório Nacional de Convenção sobre Diversidade Biológica**. Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Brasília. 2015.

CAMACHO, M.; OROZCO, L. Patrones fenológicos de doce especies arbóreas del bosque montano de la Cordillera de Talamanca, Costa Rica. **Revista de Biología Tropical**, v. 46, n. 3, p. 533-542, 1998.

CARVALHO, P. E. R. **Imburana-de-Espinho – *Commiphora leptophloeos***. Embrapa Florestas, Colombo/PR. 2009. Comunicado Técnico 228.

CHAPOTIN, S.M. et al. Baobab trees (*Adansonia*) in Madagascar use stored water to flush new leaves but not to support stomatal opening before the rain season. **New Phytologist**, v. 169, p. 549-559, 2006.

Climate-date.org. **CLIMA MOSSORÓ**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/rio-grande-do-norte/mossoro-4448/>>. Acesso em: 22 out. 2020.

CÓRDULA, E. et al. Morfologia de frutos e sementes de Fabaceae ocorrentes em uma área prioritária para a conservação da Caatinga em Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 65, n. 2, p. 505-516, 2014.

COSTA, J. A. S. et al. **Leguminosas Forrageiras da Caatinga**: espécies importantes para as comunidades rurais do sertão da Bahia. Feira de Santana: Universidade Estadual de Feira de Santana, SASOP, p. 56-59, 2002.

CUNHA, T.J.F. et al. **Solos do submédio do Vale do São Francisco**: potencialidades e limitações para uso agrícola. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2008. Documentos 211.

CUNHA, T.J.F. et al. Principais solos do semiárido tropical brasileiro: caracterização, potencialidades, limitações, fertilidade e manejo. In: AS, I. B.; SILVA, P. C. G. da. (Ed.). **Semiárido brasileiro: pesquisa, desenvolvimento e inovação**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010.

D'EÇA-NEVES, F.F.; MORELLATO, P.C. Métodos de amostragem e avaliação utilizados em estudos fenológicos de florestas tropicais. **Acta Botânica Brasilica**, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2004.

DIAS, P. M. S. et al. Levantamento fitossociológico de remanescentes florestais no município de Mossoró-RN. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 4, p. 183-190, 2014.

DRUMOND, M. A. et al. Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da caatinga. In: Seminário para avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade de bioma Caatinga. **Anais...** EMBRAPA/CPATSA, UFPE e Conservation Internacional do Brasil, Petrolina, 2000.

FERNANDES, M.F. et al. Na updated plant checklist of the Brazilian Caatinga seasonally dry forests and woodlands reveals high species richness and endemism. **Journal of Arid Environments**, v. 174, 2020.

FERRAZ, D.K. et al. Fenologia de árvores em fragmento de mata em São Paulo, SP. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 59, n. 2, p. 305-317, 1999.

FERREIRA, M. H. S. **Polinização e Mirmecofilia em *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & Jobson (Leguminosae: Mimosoideae)**. 2009. 160 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana, 2009.

FOURNIER, L. A. O. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas em árvores. **Turrialba**, n. 24, p. 422-423, 1974.

FOURNIER, L. A.; CHARPENTIER, C. El tamaño de la muestra y la frecuencia delas observaciones en el studio de las características fenológicas de los árboles tropicales. **Turrialba**, v. 25, n. 1, p. 45-48, 1975.

FOURNIER, L. A.; SALAS, S. Algunas observaciones sobre la dinamica de la floracion en el bosque humedo de Villa Collon. **Revista de Biología Tropical**, v. 14, n. 1, p. 75-85, 1966.

GARDA, A.A. et al. Os animais vertebrados do bioma Caatinga. **Ciência e Cultura**, v. 70, n. 4, p. 29-34, 2018.

GRIZ, L.M.S.; MACHADO, I.C.S. Fruiting phenology and seed dispersal syndromes in caatinga, a tropical dry forest in the northeast for Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 17, p. 303-321, 2001.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil, primeira aproximação**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <www.ibge.gov.br>. Acesso em: 05 nov. 2021.

JACOMINE, P.K.T. Solos sob Caatinga: características e uso agrícola. In: ALVAREZ, V.H. et al. **O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado**. 1996. p. 95-133.

KIILL, L.H.P. **Caatinga: patrimônio brasileiro ameaçado**. Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=81>>. Acesso em: 05 nov. 2021.

LIETH, H. Purpose of a phenology book. In: **Phenology and seasonality modeling**. Berlin: Springer, 1974. p. 3- 19.

LIMA, A.L.A. **Padrões fenológicos de espécies lenhosas e cactáceas em uma área de semi-árido do Nordeste do Brasil**. 2007. 84f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2007.

LIMA, A.L.A. **Tipos funcionais fenológicos em espécies lenhosas da caatinga, Nordeste do Brasil**. 2010. 116f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Recife, 2010.

LIMA, A.L.A.; RODAL, M.J.N. Phenology and wood density of plants growing in the semi-arid region of northeastern Brazil. **Journal of Arid Environment**, v. 74, p. 1363-1373, 2010.

LIMA, C.R. **Parâmetros ecofisiológicos de *Poincianella pyramidalis* Tul. LP Queiroz e sua relação com a variabilidade temporal das chuvas em áreas do Semiárido paraibano**. 2014. 142 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

LIMA-JUNIOR, V. **Caracterização da dieta e avaliação de métodos de estimativa de consumo em caprinos suplementados na caatinga**. 2006. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2. ed. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, p. 52, 1998.

LUCENA, R.L. et al. Comportamento hidroclimatológico do Estado do Rio Grande do Norte e do Município de Caicó. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 33, n. 3, p. 485-496, 2018.

MACHADO, C.G.; SEMIR, J. Fenologia da floração e biologia floral de bromeliáceas ornitófilas de uma área de Mata Atlântica do Sudeste brasileiro. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 29, n. 1, p. 163-174, 2006.

MACHADO, I.C.S. et al. Phenology of caatinga species at Serra Talhada, PE, Northeastern Brazil. **Biotropica**, v. 29, p. 57-68, 1997.

MAIA, G.N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 2. ed. Fortaleza, CE: Printcolor Gráfica e Editora, 2012, p. 413.

MANIÇOBA, R.M. et al. Índice de anomalias de chuvas para diferentes mesorregiões do Estado do Rio Grande do Norte. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, n. 4, p. 1110-1119, 2017.

MANTOVANI, W.; MARTINS, F. R. Variações fenológicas das espécies do cerrado da Reserva Biológica de Mogi Guaçu, Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 11, p. 101-112, 1988.

MARENGO, J.A. et al. Variabilidade e mudanças climáticas no semiárido brasileiro. Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas: **Instituto Nacional do Semiárido**, Campina Grande, v. 1, p. 385-422, 2011.

MARIOT, A. et al. Uso e conservação de *Piper cernuum* Vell. (Piperaceae) na Mata Atlântica: I. Fenologia reprodutiva e dispersão de sementes. **Revista Brasileira de Plantas Medicinais**, v. 5, n. 2, p. 1-10, 2003.

MARQUIS, R.J. Phenological variation in the neotropical understory shrub *Piper arieianum*: causes and consequences. **Ecology**, v. 69, n. 5, p. 1552-1565, 1988.

MARTINI, A. et al. Fenologia de espécies nativas com potencial paisagístico. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, p. 75-84, 2010.

MARTINS, F.R. Fitossociologia de florestas no Brasil: um histórico bibliográfico. **Pesquisas, série botânica**, v. 40, n. 1, p. 103-164, 1989.

MELO, J. I. M. et al. Flora of Rio Grande do Norte, Brazil: boraginales. **Phytotaxa**, v. 357, n. 4, p. 235-260, 2018.

- MORELLATO, L.P.C. et al. Estudo comparativo da fenologia de espécies arbóreas de floresta de altitude e floresta mesófila semidecídua. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 12, p. 85-98, 1989.
- NEVES, E.L. et al. Comportamento fenológico de três espécies de *Jatropha* (Euphorbiaceae) da Caatinga, semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 33, n. 1, p. 155-166, 2010.
- ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. **Fundamentos de Ecologia**. 5. ed. São Paulo: Thomson Learning, 2007, p. 612.
- OLIVEIRA, D.B. 2018. 35f. **Fenologia de oito espécies de *Manihot* (Euphorbiaceae)**. Monografia - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, 2018.
- OTÁROLA, M.F.; ROCCA, M.A. Flores no tempo: a floração como uma fase da fenologia reprodutiva. In: RECK, A.R. et al. **Biologia da polinização**. Rio de Janeiro: Projeto Cultural. p. 113-126, 2014.
- PARENTE, H. N. et al. Influência do pastejo e da precipitação sobre a fenologia de quatro espécies em área de Caatinga. **Revista Árvore**, v. 36, n. 3, p. 411-421, 2012.
- PEREIRA, R.M.A. Estudos fenológicos de algumas espécies lenhosas e herbáceas da caatinga. **Revista Ciência Agronômica**, v. 20, n. 1, p. 11-20, 1989.
- PEREIRA, S. C. et al. **Plantas Úteis do Nordeste do Brasil**. Centro Nordestino de Informações sobre Plantas – CNIP; Associação Plantas do Nordeste – APNE, p. 64, 2003.
- PRAUSE, J.; ANGELONI, P. **Fenologia de espécies forestales nativas: abscisión de hojas**. Universidad Nacional del Nordeste: Comunicaciones Científicas y Tecnológicas. 2000.
- QUIRINO, Z.G.M.; MACHADO, I.C. Pollination syndromes in a Caatinga plant Community in northeastern Brazil: seasonal availability of floral resources in diferente plant growth habits. **Brazilian Journal of Biology**, v. 74, n. 10, p. 62-71, 2014.
- RAMALHO, C.I. et al. Flora arbóreo-arbustiva em áreas de Caatinga no semiárido baiano, Brasil. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 3, p. 182-190, 2009.
- RATHCKE, B.; LACEY, E.P. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v.16, p. 179-214, 1985.
- REICH, P.B.; BORCHERT, R. Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, v. 72, n. 1, p. 61-74, 1984.
- RUIZ, J.E.A.; ALENCAR, J.C. Interpretação fenológica de cinco espécies de Chrysobalanaceae na Reserva Florestal Adolpho Ducke, Manaus, Amazonas, Brasil. **Revista Acta Amazônica**, v. 29, n. 2, p. 223-242, 1999.
- SANTOS, M.J. et al. Biologia reprodutiva de duas espécies de *Jatropha* L. (Euphorbiaceae) em Caatinga, Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 361-373, 2005.

SENA, J.M.A. et al. Clima e fenologia de espécies em área de caatinga preservada. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 20; SIMPÓSIO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS E DESERTIFICAÇÃO NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, 5. 2017. Petrolina, **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2017.

SILVA, A.R. et al. Variações no índice de anomalia de chuva no semiárido. **Journal of Environmental Analysis and Progress**, v. 02, n. 4, p. 377-384, 2017.

SILVA, E. E. M. **Integrando fenologia da frutificação e consumo de frutos por vertebrados silvestres em uma área protegida de floresta tropical sazonalmente seca.** 2019. 54f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, 2019.

SOUTO, P.C. **Acumulação e decomposição da serapilheira e distribuição de organismos edáficos em área de caatinga na Paraíba, Brasil.** 2006. 161f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2006.

SOUZA, D.N.N. et al. Estudo fenológico de espécies arbóreas nativas em uma unidade de conservação de caatinga no Estado do Rio Grande do Norte, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 27, n. 2, p. 31-42, 2014.

SOUZA, R. de C. et al. Fenologia de espécies nativas da caatinga de potencial medicinal na região de Petrolina PE. In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO, 7.; JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTIFICA DA FACEPE/UNIVASF. 1., 2012, Petrolina, **Anais...** Petrolina: Embrapa Semiárido, 2012.

SOUZA, T.C.T.; NASCIMENTO, V.T. Aspectos reprodutivos de *Cenostigma macrophyllum* Tull. (Fabaceae-Caesalpinioideae) em uma área de Cerrado em regeneração no Oeste da Bahia. **Revista Ciência, Tecnologia e Ambiente**, v. 7, n. 1, p. 3-12, 2018.

VELLOSO, A.L. et al. **Ecorregiões:** propostas para o Bioma Caatinga. Recife, PE: Associação de Plantas do Nordeste; Instituto de Conservação Ambiental, 2002.

ANEXO A – MODELO DE FICHA DE CAMPO PARA ACOMPANHAMENTO DOS INDIVÍDUOS

FENOLOGIA

LOCAL DE COLETA:

DATA: ____/____/____

INDIVÍDUO	ESPÉCIE	DESFOLHAMENTO (%)				BROTAÇÃO (%)				FLORAÇÃO (nº)				FRUTIFICAÇÃO (nº)			
		N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2
		L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2
OBSERVAÇÕES:																	
INDIVÍDUO	ESPÉCIE	DESFOLHAMENTO (%)				BROTAÇÃO (%)				FLORAÇÃO (nº)				FRUTIFICAÇÃO (nº)			
		N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2
		L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2
OBSERVAÇÕES:																	
INDIVÍDUO	ESPÉCIE	DESFOLHAMENTO (%)				BROTAÇÃO (%)				FLORAÇÃO (nº)				FRUTIFICAÇÃO (nº)			
		N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2	N1	N2	S1	S2
		L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2	L1	L2	O1	O2
OBSERVAÇÕES:																	

Descrição: N, S, L e O, refere-se aos pontos cardeais | (1) galho inferior e (2) galho superior.

Índice de intensidade: zero - ausência do fenômeno; (1) - **1 a 25%**; (2) - **26 a 50%**; (3) - **51 a 75%**; (4) - **76 a 100%**.

FN – Frutos novos presentes; FV – fruto verdes; FM – frutos maduros; SD – sementes disseminando;

BF – Botão floral; FA - floração adiantada; FT – floração terminando

ANEXO B – FOTOGRAFIAS DAS ESPÉCIES ACOMPANHADAS NO LEVANTAMENTO

				
<i>Pityrocarpa moniliformis</i> FABACEAE Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> FABACEAE Catanduva	<i>Pityrocarpa moniliformis</i> FABACEAE Catanduva	<i>Cenostigma pyramidale</i> FABACEAE Catingueira	<i>Cenostigma pyramidale</i> FABACEAE Catingueira
				
<i>Cenostigma pyramidale</i> FABACEAE Catingueira	<i>Commiphora leptophloeos</i> BURSERACEAE Imburana	<i>Commiphora leptophloeos</i> BURSERACEAE Imburana	<i>Piptadenia stipulacea</i> FABACEAE Jurema-branca	<i>Piptadenia stipulacea</i> FABACEAE Jurema-branca
				
<i>Piptadenia stipulacea</i> FABACEAE Jurema-branca	<i>Manihot carthagenensis</i> subsp. <i>glaziovii</i> EUPHORBIACEAE Maniçoba	<i>Manihot carthagenensis</i> subsp. <i>glaziovii</i> EUPHORBIACEAE Maniçoba	<i>Manihot carthagenensis</i> subsp. <i>glaziovii</i> EUPHORBIACEAE Maniçoba	<i>Bauhinia cheilantha</i> FABACEAE Mororó

				
<i>Bauhinia cheilantha</i> FABACEAE Mororó	<i>Cordia glazioviana</i> CORDIACEAE Pau-branco	<i>Cordia glazioviana</i> CORDIACEAE Pau-branco	<i>Cordia glazioviana</i> CORDIACEAE Pau-branco	<i>Jatropha mollissima</i> EUPHORBIACEAE Pinhão-bravo
				
<i>Jatropha mollissima</i> EUPHORBIACEAE Pinhão-bravo	<i>Jatropha mollissima</i> EUPHORBIACEAE Pinhão-bravo			

Autora: Natália I. L. Quirino (2017-2021)